

图 7-23　连接路由器

2）连接调制解调器

连接调制解调器如图 7-24 所示。连接调制解调器的接入方式主要用于家庭宽带接入，如电信 ADSL 等。



图 7-24　连接调制解调器

3）连接交换机

连接交换机如图 7-25 所示。连接交换机的方式主要用于有线网络与无线网络连接。



图 7-25　连接交换机

7.4.3　无线路由器的设置

TP-LINKWR641G 无线路由器的设置步骤：

01 把无线路由器的电源接通，将进线插在 wan 口，再连接计算机，如图 7-26 所示。

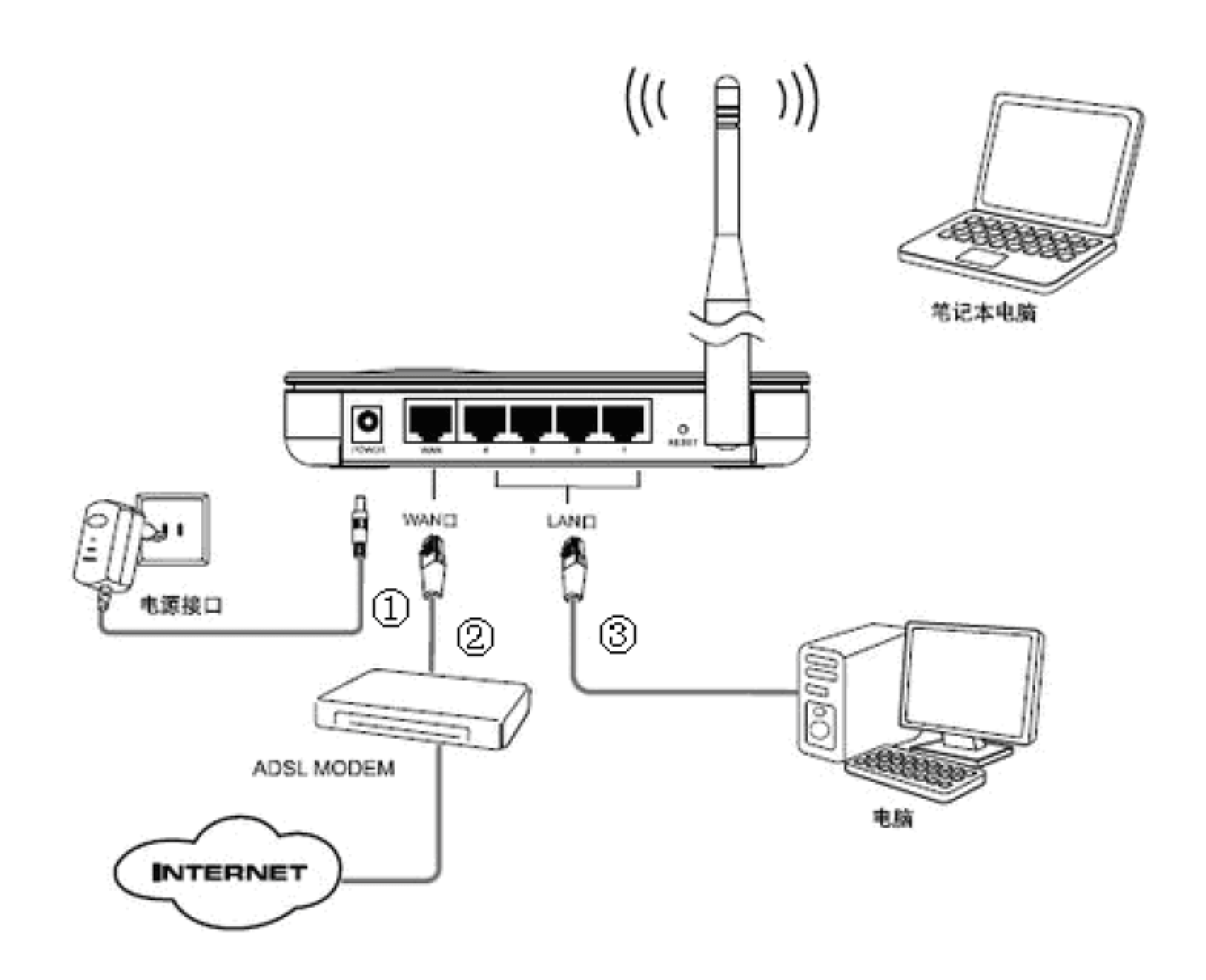


图 7-26　硬件连接

02 在浏览器的地址栏中输入路由器的 IP 地址：192.168.1.1，登录到无线路由器的管理界面，如图 7-27 所示。



图 7-27　登录到 192.168.1.1 无线路由器的管理界面

03 输入用户名和密码，如图 7-28 所示。单击“确定”按钮。



图 7-28　输入用户名口令

04 输入相应的帐号和密码后单击如图 7-29 所示“登录”按钮，进入操作界面，选择“设置向导”选项。如图 7-30 所示。



图 7-29 输入相应的帐号和密码



图 7-30 选择“设置向导”

05 进入设置向导界面，如图 7-31 所示。

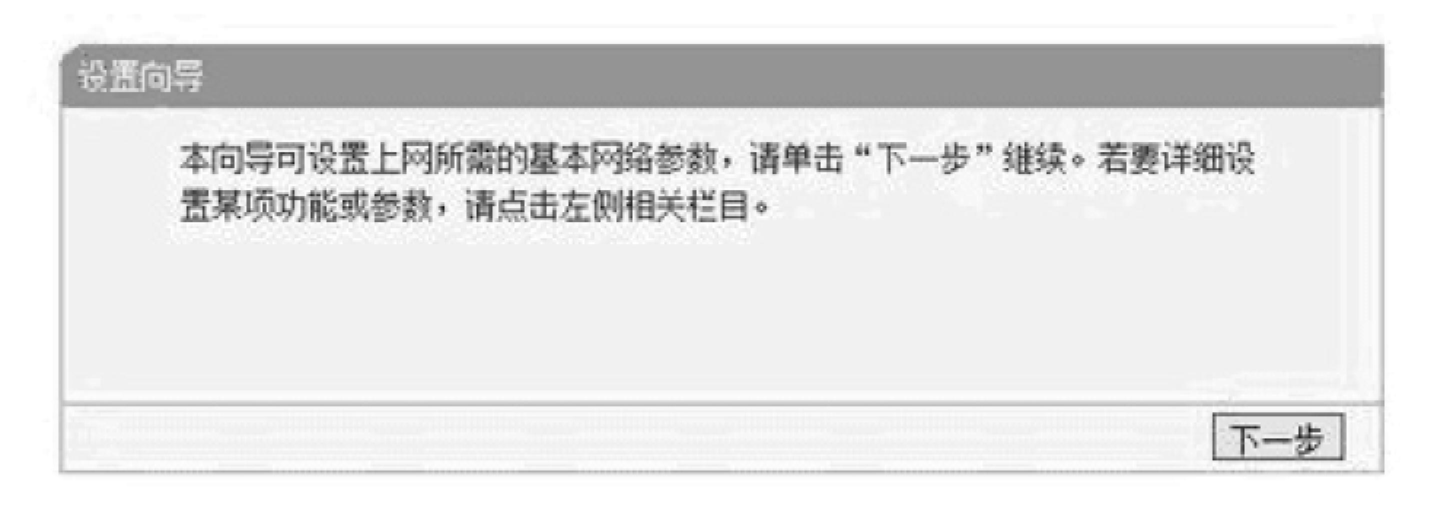


图 7-31 设置向导界面

06 单击“下一步”按钮，进入上网方式设置，有 3 种上网方式，PPPoE 为拨号上网方式。动态 IP 为直接上网方式，因为可在其上层 DHCP 服务器中进行设置。静态 IP 一般用于专线。这里选择 PPPoE。如图 7-32 所示。

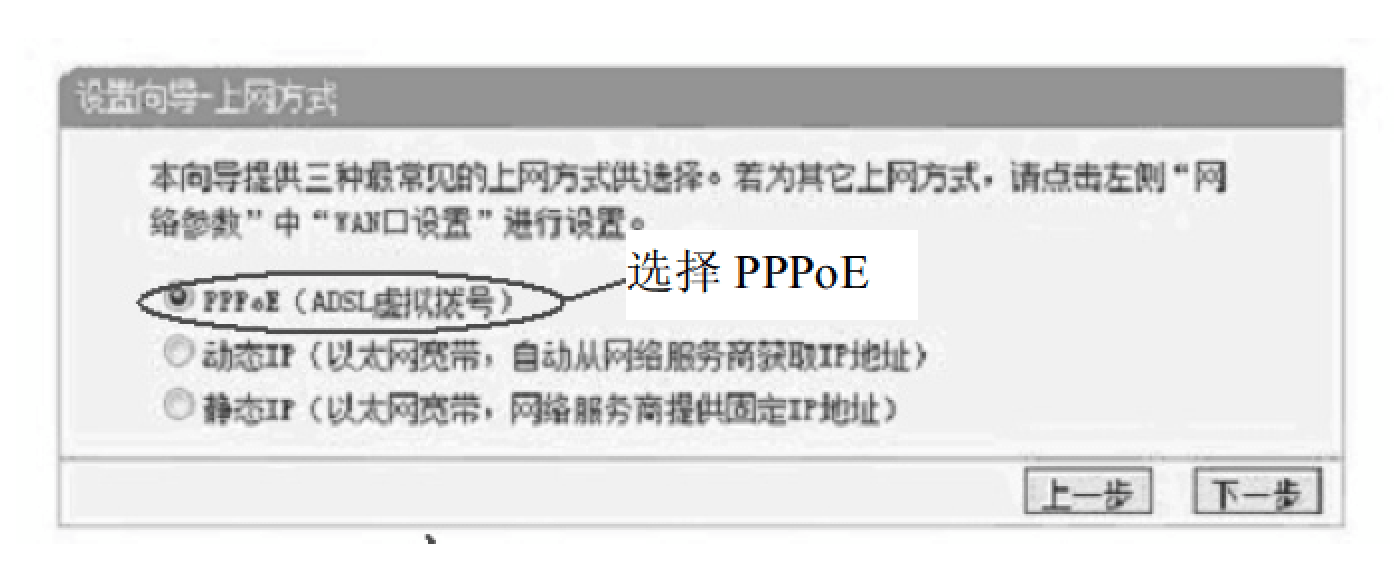


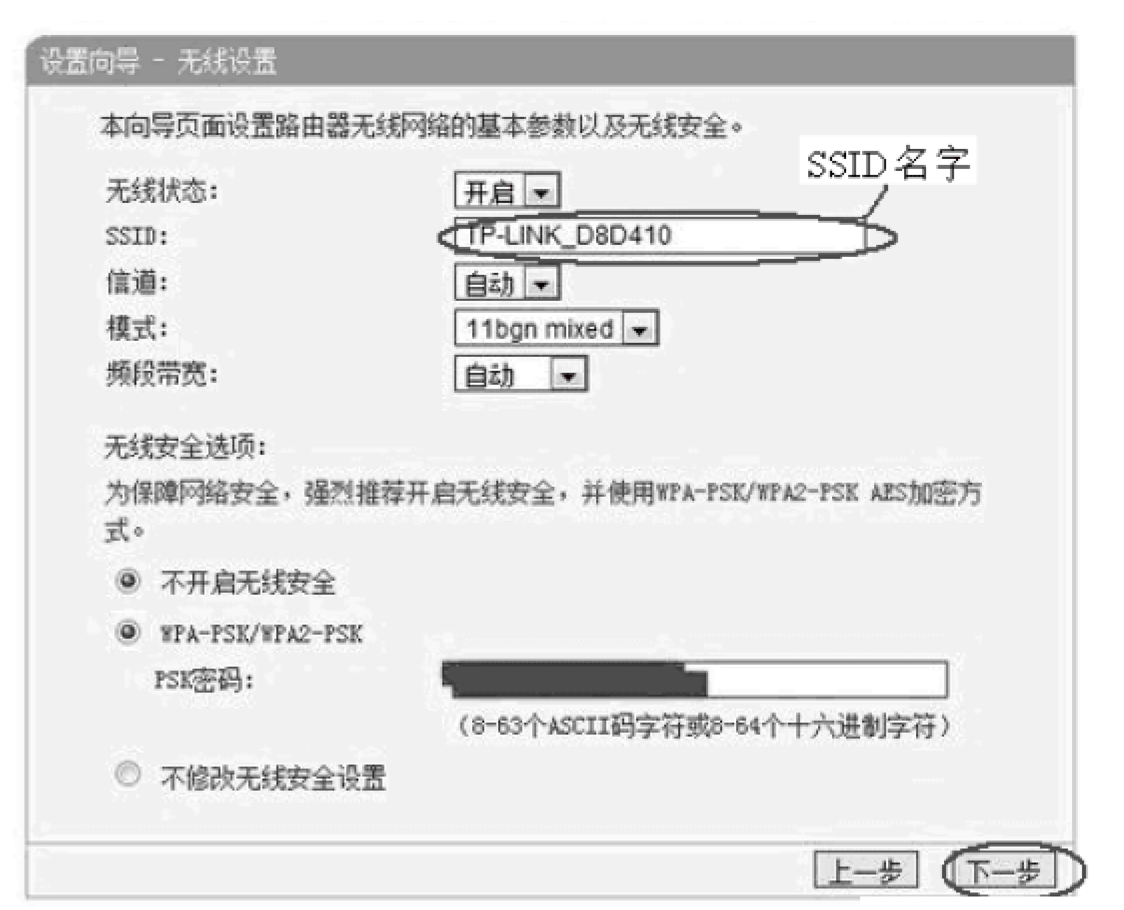
图 7-32 选择 PPPOE

07 输入“上网帐号”和“上网口令”，如图 7-33 所示。单击“下一步”按钮。



图 7-33　输入上网帐号和密码

08 在“无线设置”对话框中设置信道、模式、安全选项、SSID 等选项，在文本框中输入 SSID 名称，选择模式为 11a/b/g/n。在“无线安全选项”组中选择 WPA-PSK/WPA2-PSK。如图 7-34 所示。单击“下一步”按钮。



选择“下一步”按钮

图 7-34　无线设置

09 单击“完成”按钮，如图 7-35 所示。

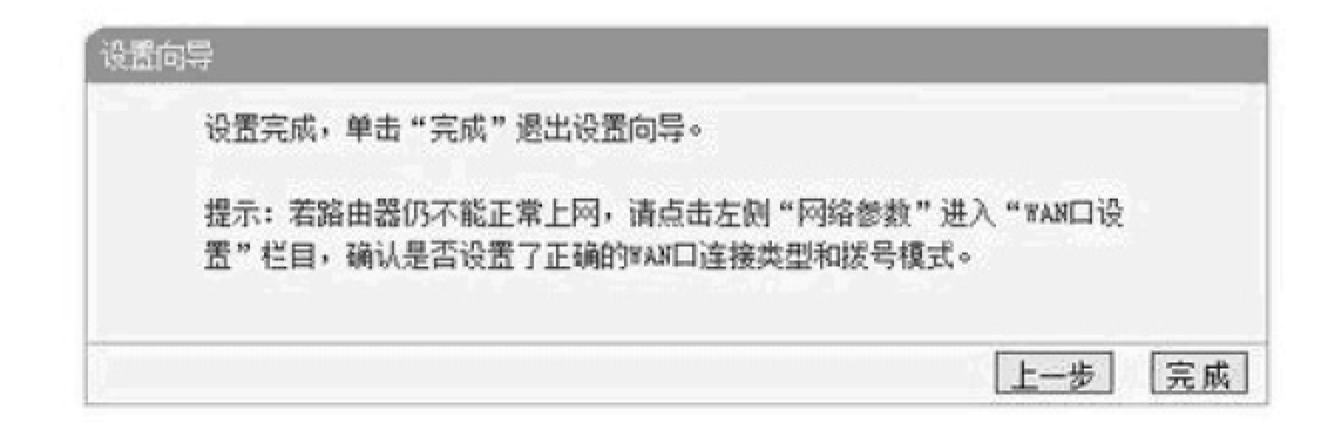


图 7-35　单击“完成”按钮

完成后路由器会自动重启。路由器设置成功后，会出现如图 7-36 所示的界面。



图 7-36　路由器设置成功后的界面

7.5 无线交换机

无线交换机是进行无线局域网数据交换的网络设备，运行频率为 2.4GHz 和 5GHz，适用于恶劣的工业环境中，可以广泛用于家庭、企业。无线交换机如图 7-37 所示。



图 7-37　无线交换机

无线交换机带有虚拟 AP 的接入点，使用虚拟 AP，可以将无线局域网分成真正的多个广播域（Ethernet VLAN 的无线对等），提供将多个 ESSID（扩展服务集标识符）映射为多个 BSSID（基本服务集标识符）的功能。

虚拟 AP 对与 BSSID 有关的广播流量提供完全控制。对于包括网络消息的广播流量的控制非常重要，因为它会对性能带来潜在的负面影响。通过代理 ARP 和其他机制对广播转发的智能控制可以确保只有目标收件人才会收到广播流量。

无线交换机端口不共享带宽，如果是 10MB 的 Switch，那么每个端口的带宽就是 10MB，每个端口拥有自己的 MAC 地址，交换机的主要功能包括物理编址、网络拓扑结构、错误校验、帧序列以及流量控制。

无线交换机采用和普通交换机类似的方式与 AP 实现连接。但在 IEEE802.11 帧处理上与传统方式不同：它不将 IEEE802.11 帧转换为以太帧，而是将其封装进 IEEE802.3 帧当中，然后通过专用隧道传输到无线交换机。从有线网的角度看，无线交换机+轻量级 AP 更像是伸展出很多外接天线的增强型 AP。无线交换机的优势有 3 个主要方面：

（1）更高的安全性

无线交换机的应用使网络管理员在混合和匹配用户安全性能时变得更加灵活，无须再

升级或重新配置 AP。安全性能包括 IEEE802.1x、WEP、TKI 协议和 AES 等，囊括了从第二层验证和加密到第三层 VPN 安全机制。

无线 LAN 交换技术也可防止非法接入点的入侵。传统的交换机＋企业级 AP 的做法是无法控制非法 AP 接入的，而且检查非法 AP 的接入也非常麻烦。而采用无线交换机时，当非法接入点连接到网络，无线 LAN 交换机会验证它是否允许设备或用户接入。如果交换机确定该设备是非法的，它将关闭非法接入点并自动告警。

（2）降低成本

传统的交换机＋企业级 AP 方案，由于对于无线信号的调制、数据的转发、安全性控制和远程管理处理都是分布式的，每台 AP 都需要相当强的处理能力；而对于无线交换机只负责发送接收无线信号，因此无需很强的处理能力，也就大幅降低了成本，这样，大大降低了整个无线局域网的成本。

（3）更有效率地管理

无线交换机通过接入控制、QoS、移动用户等参数，实时监控网络增长和用户密度等，管理更加有效率。

无线交换机是把无线网络的流量集中起来，在布线间内与有线以太网交换机相连接，通过无线交换机整合无线网络的安全、管理和连接等各种功能，与无线交换机连接的是哑接入点，哑接入点与无线工作站或用户相连。使用无线交换机和哑接入点的结构如图 7-38 所示。

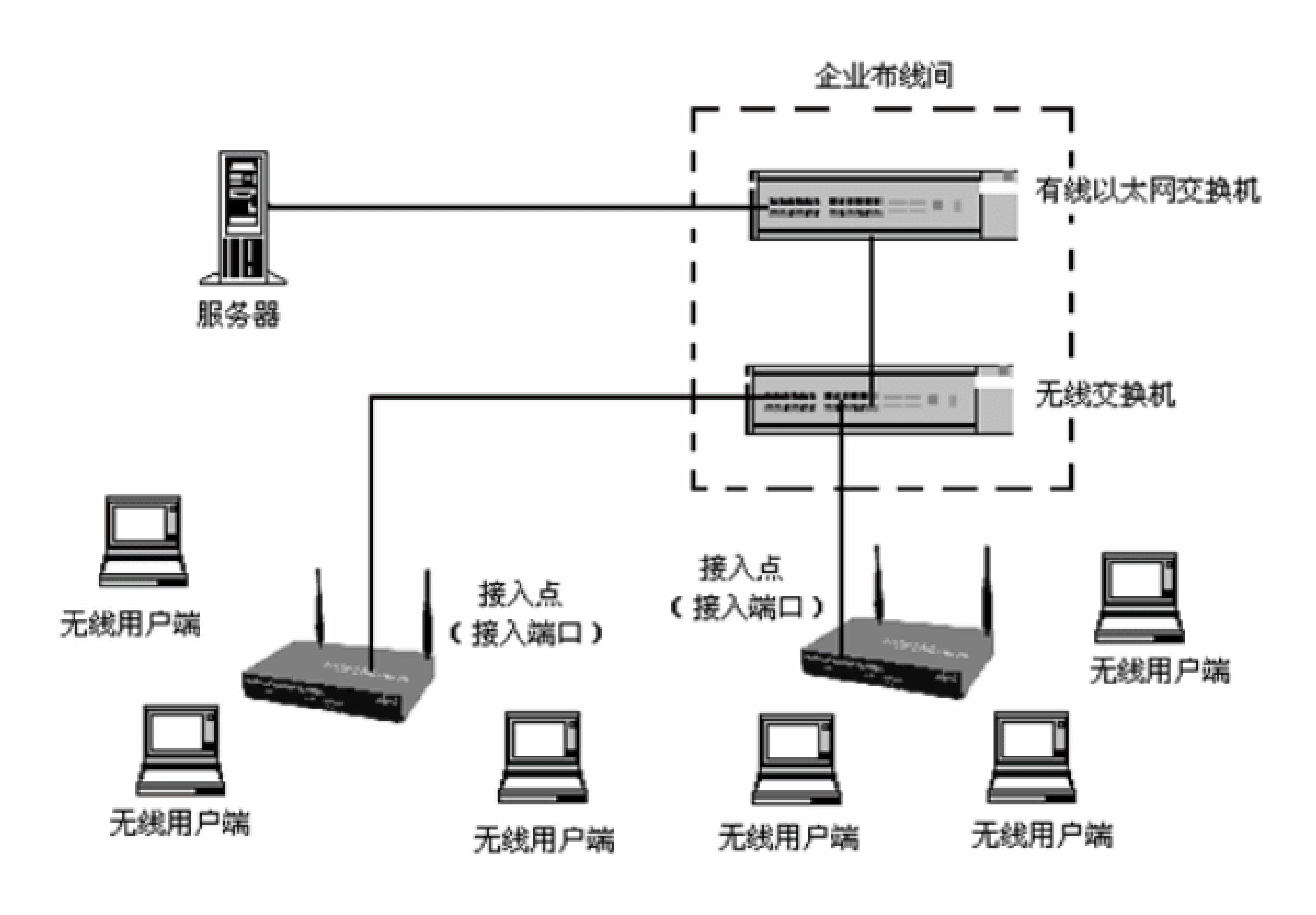


图 7-38　使用无线交换机的系统结构

7.6　无线网关安装技术

无线网关（Wireless Gate Way）广义上理解为一个网络连接到另一个网络的接口，具体是指集成有简单路由功能的无线 AP，即无线网关通过不同设置可完成无线网桥和无线路由

器的功能，也可以直接连接外部网络（如 WAN），同时实现 AP 功能。比如企业的内部网与外部互联网相连，就需要网关加以管理和控制。它是一种复杂的网络连接设备，可以支持不同协议之间的转换，实现不同协议网络之间的互联。无线网关如图 7-39 所示。



图 7-39　无线网关

1．无线网关的设置

无线网关的设置分两种。

第一种手动设置，在 Windows 中，设置默认网关的方法是在“网上邻居”上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择“属性”选项，在“网络属性”对话框中选择“TCP/IP 协议”，单击“属性”按钮，在“默认网关”选项卡中填写新的默认网关的 IP 地址，默认网关必须是计算机所在网段中的 IP 地址。注意的是无线网关手动设置适用于计算机数量比较少、TCP/IP 参数基本不变的情况。

第二种是自动设置，就是利用 DHCP 服务器来自动给网络中的计算机分配 IP 地址、子网掩码和默认网关。另外一种自动获得网关的办法是通过安装代理服务器软件（如 MS Proxy）的客户端程序来自动获得，其原理和方法和 DHCP 有相似之处。

2．无线网关配置步骤

这里仅以 Intel WLGW2011BAK 无线网关为例，介绍无线网关配置过程。

（1）连接好计算机与无线网关后，在浏览器地址栏内输入此无线网关的默认 IP 地址 192.168.0.10（有些无线 AP 或无线网关的默认 IP 地址不尽相同），按下 Enter 键后再输入登录账号即可进入管理界面。

（2）依次单击两次右下角的 Save / Next 按钮后，单击“Cable / DSL Settings”按钮，进入无线网关自动拨号配置页面。

（3）勾选“PPPoE Username / Password”选项，并在下方的“User Name（PPPoE）”文本框中输入 ADSL 拨号的用户名，然后在 Password（PPPoE）和 Retype Password 后的文本框中输入密码，最后单击页面右下角的 Apply 按钮即可保存设置。

（4）设置进阶。一般在无线 AP 或无线网关设置界面中，还会出现一个 Hide AP Access 的设置（意为隐藏 AP 的访问）；如果选中此选项，那么无线终端即使位于无线 AP 的信号覆盖范围内，也无法扫描和发现这个 AP。只有在无线 AP 中正确设置 SSID 值，才能正常连接和访问 AP。这种功能最大地保护了 AP 的安全并且屏蔽了非法用户的访问。

3．无线网关的应用

无线网关是为家庭或小型办公实现高速互连网接入的设备。以朗讯科技的 RG-1000 住宅网关为例说明无线网关的应用。

（1）使用网关的优点

1）更好的移动性。

2）安装简单。

3）更低的每月访问费用。

4）提高效率。

（2）无线网关的技术指标

朗讯科技的 RG-1000 无线网关技术指标如表 7-5 所示。

表 7-5　朗讯科技 RG-1000 网关的技术指标

尺寸（H×W×L）	208×52×155mm			
重量	0.35Kg			
环境指标				
操作环境	温度		温度	
	0℃~40℃		最大温度为 95%（非凝结）	
储存环境	-0℃~50℃		最大温度为 95%（非凝结）	
内置 Modem/接口				
电话 Modem/	V.90		RJ-11 接口	
以太网接口	10Base-T		RJ-45 接口	
无线接口	IEEE802.11HR			
无线特性				
工作频段	2412、2427、2442、2457（GHz）			
调制方式	直接序列扩频		适用于高速中速率的 CCK	
	适用于标准数据速率的 DQPSK		适用于低速数据速率的 DQPSK	
误码率	11 片巴克码序列			
扩频方式	优于 10^{-5}			
输出功率	15dBm			
范围 m（英尺）	11Mbit/s	5.5 Mbit/s	2Mbit/s	1 Mbit/s
开放环境	160m（525ft）	270m（885ft）	400m（1300ft）	550m(1750ft）
半开放环境	50m（165ft）	70m（230ft）	90m（130ft）	115m（375ft）
封闭环境	25m（80ft）	35m（115ft）	40m（130ft）	50m（165ft）
电源				
类型	AU,UK,US/JP,EU,外置墙上插座电源			
尺寸	90×90×51mm			
重量	0.2kg			
电压	100-240（±10%）（47-63Hz）			

（3）无线网关应用的场合

无线网关应用的场合如图 7-40 所示。

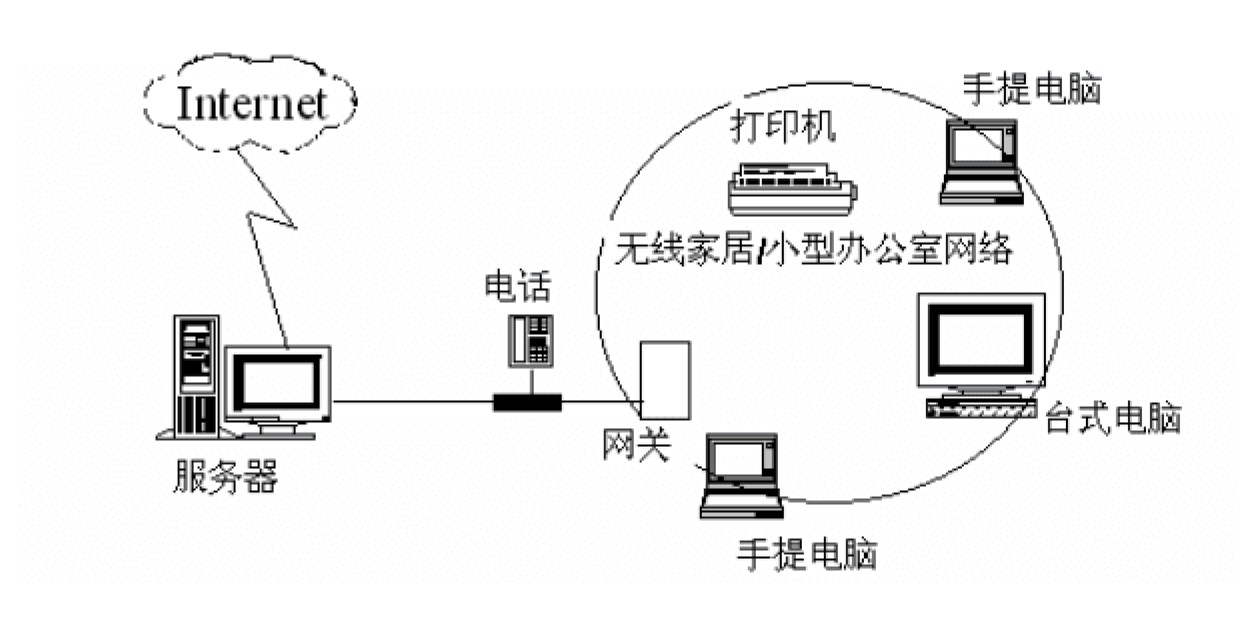


图 7-40　网关应用的场合

4. 企业无线网关的安装

无线网关，是指集成有简单路由功能的无线 AP。从某种意义上来说，无线网关方案与宽带路由器方案完全相同；即是说无线网关通过不同设置可完成无线网桥和无线路由器的功能，也可以直接连接外部网络，如 WAN，同时实现 AP 功能。

无线网关可做家庭、小型企业无线局域网，高速接入 Internet，也可通过共享和延伸来扩展以太网。

（1）装箱清单

- 一台无线宽带网关。
- 一个原装电源适配器。
- 一个支架。
- 安装光盘（内含用户手册）。
- 一本《快捷使用指南》。
- 一张合格证。
- 一张保修卡。

如果发现有配件损坏或短缺的情况，请及时与经销商联系。

（2）企业无线网关的安装

企业无线网关采用路由器类似的方式安装，限于篇幅，就不再一一介绍了。

5. 家庭网关安装

现以 SOHO100 家庭网关来介绍安装方式。

SOHO100 家庭网关包装清单如表 7-6 所示。

表 7-6　SOHO100 家庭网关包装清单

序号	配件	数量
1	家庭网关设置	1
2	电源适配器	1
3	说明书	1
4	天线	1
5	电话线	2
6	网络	1

家庭网关外观示意图如图 7-41 所示。



图 7-41　家庭网关外观示意图 1

SOHO100 面板说明如下：

3G 家庭网关的前面板指示灯（从左至右）说明，如表 7-7 所示。

表 7-7　3G 家庭网关的前面板指示灯（从左至右）说明

序号	指示灯名称	状态意义描述
1	电源	电源灯
2	3G 信号强度	3G 信号灯（红色代表信号弱、黄色代表信号源）
3	网络模式	红色表示注册到 2G 网络，黄色表示注册到 3G 网络，灯灭表示未注册到任何网络
4	上网状态	拨号上网指示灯。灯熄灭时，设备未接入互联网络；灯闪烁时，表示正在拨号；灯常亮时，设备已联入互联网络
5	WiFi 状态	WiFi 无线工作指示灯。灯熄灭时，表示无线单无处于禁用状态；灯亮时，表示无线单无处于启用状态；灯闪烁，表示无线单元有数据正在收发
6	语音摘挂机	语音工作指示灯。话机摘机时灯亮，不摘机时灯灭
7	保留	未定义功能
8	语音模块状态	语音模块状态灯，快闪表示注册到 3G 网络，慢闪表示未注册到 3G 网络
9	保留	未定义功能
10	告警	告警指示灯

面板接口定义说明如表 7-8 所示。

表 7-8　面板接口定义说明

序号	接口	说明
1	3G	接 3G 天线
2	WAN	连接广义网（外网）的 RJ45 网口插座
3	LAN	连接内网的 4 个 RJ45 网口插座
4	Reset	家庭网关软复位或恢复出厂设置的按钮。具体定义如下：当短时间按下并释放该按钮时，触发家庭网关复位并重新启动；当长时间（持续 4s）按下并释放该按钮，触发家庭网关恢复出厂默认设置参数
5	Power	12V 直流供电电源接口（加电时请注意电源适配器标注的正负极性是否与家庭网关标签上的要求一致）
6	USB	功能未定义
7	Phone	话机接口
8	PSTN	保留，尚未开通此接口功能。将来用于连接固网电话线
9	因特网上下线	提供手动设置互联网上线 / 下线的物理按钮

网口灯定义说明如表 7-9 所示。

表 7-9　网口灯定义说明

序号	指示订名称	状态意义描述
1	WAN	灯亮，已经连接到以太网设备中，但是没有数据传输；灯灭，未连接到以太网设备中；灯闪烁，有数据传输
2	LAN1－4	灯亮，WAN 端口已开启，但是没有数据传输；灯灭，WAN 端口未开启；灯闪烁，有数据传输

SOHO100 3G 家庭网关产品特性如表 7-10 所示。

表 7-10　SOHO100 3G 家庭网关产品特性表

序号	特性
1	符合 IEEE802.11g、IEEE802.11b、IEEE802.11n draft v2.0 标准
2	支持 CSMA/CA、CSMA/CD、TCP/IP、PPPoE、DHCP、IcmP、NAT 协议
3	支持端口自动翻转（Auto MDI/MDIX）
4	支持 64/128 位 WEP 加密：支持 WPA、WPA2、IEEE802.11i、TKIP 等加密与安全机制
5	支持 SSID 广播控制和基于 MAC 地址的访问控制
6	内建 DHCP 服务器，同时可进行静态地址分配
7	内建 SPI 的 NAT 防火墙，支持 PING、广播、组播包过滤和 MAC 地址、P 地址、URL 和域名的内容过滤
8	支持静态路由
9	VPN 支持：PPTP/IPSec/L2TP pass-through
10	支持虚拟服务器、DMZ 主机
11	可防止 DoS 攻击，具有病毒自动隔离功能
12	支持通用即插即用（UPnP）、DDNS 功能
13	支持 MAC 地址修改与克隆

（续表）

序号	特性
14	提供 3G 无线网络拨号上网，断线重连，自动上下线和路由功能
15	提供系统安全日志功能
16	支持远程和 Web 管理，全中文配置界面，配备简易安装向导（Wizard）

SOHO100 3G 技术规格说明如下：

硬件参数如表 7-11 所示。

表 7-11　硬件参数表

参数	说明
WAN Port	1 个 10/100M 自适应以太网（WAN）接口，可接 ADSL 或以太网交换机
LAN Port	4 个 10/100M 自适应以太网（LAN）接口，与内部局域网连接
长宽高	170×170×32mm
主机净重	0.5kg（不含电源）
电源	12V/1A

无线参数如表 7-12 所示。

表 7-12　无线参数表

参数	参数值
频率范围	FCC：2412~2462MHz(Chl~Chll) ETSI：2412~2472MHz(Chl~Chl3)
传输速率	IEEE802.11n：270/243/216/162/108/81/54/27Mbps 135/121.5/108/81/54/40.5/27/13.5Mbps 130/117/104/78/52/39/26/13Mbps 65/58.5/52/39/26/19.5/13/6.5Mbps
	IEEE802.11g：54/48/36/24/18/12/9/6Mbps（自适应）
	IEEE802.11b：11/5.5/2/1Mbps（自适应）
工作信道数	13
展频技术	DSSS（直接序列展频）
数据调制方式	bpsK、QPSK、CCK and OFDM（bpsK/QPSK/16-QAM/64-QAM）
灵敏度@PER（错包率）	270M：-68dBm@10%PER；130M：-68dBm@10% PER；108M：-68dBm@10%PER ； 54M ： -68dBm@10%PER ； 11M ：-85dBm@8%PER ； 6M ： -88dBm@10%PER ； 1M ：-90dBm@8%PER
传输距离	室内最远 150m，室外最远 300m（因环境而异）
RF 功率	IEEE802.11n 模式：13dBm；IEEE802.11g 模式：IEEE802.15dBm；11b 模式：IEEE802.18dBm（典型值）
天线类型	1×2dBi 固定全向棒状天线

软件参数如表 7-13 所示。

表 7-13　软件参数表

PPP over Ethernet	支持
IP 地址	静态或者动态
最多用户数量	253
路由协议	静态路由，R1P1/R1P2
配置＆管理	基于 WEB 界面管理（HTTP）
DHCP	支持 Server 和 Client
VPN	支持 PPTP/IPSec/L2TP 通透
防火墙	内置 NAT 防火墙
网络协议	TCP/IP、PPPoE、DHCP、IcmP、NAT、NAPT、ARP、PPP、PAP、CHAP、PPTP

调制解调器功能如表 7-14 所示。

表 7-14　调制解调器功能表

项目	说明
制式	TD-SCDMA/Edge/GPRS 三模
模式切换	自动或手动
IP 地址	静态或动态
工作频段	TD-SCDMA Tx 及 Rx：　2010MHz~2025MHz GSM850 Tx：　824MHz~849MHz GSM850 Rx：　869MHz~894MHz E-GSM Tx：　880MHz~915MHz E-GSM Rx：　925MHz~960MHz DCS Tx：　1710MHz~1785MHz DCS Rx：　1805MHz~1880MHz PCS Tx：　1850MHz~1910MHz PCS Rx：　1930MHz~1990MHz
最大发射功率	TD-SCDMA：　Power Class2（24dBm） GSM850&E-GSM：　Power Class4（33dBm） DCS1800&PCS1900：　Power Class1（30dBm）
多通道复用协议	MUX 协议支持 3GPP TS 27.010
天线类型	外置 5dbi 棒状天线
USIM 接口	支持 1.8/3.0V
速率	上行速率达 384kbps 下行速率达 2.8Mbps

设置连接说明如下：

1）环境要求。配置 3G 家庭网关时，要求准备一张 TD-SCDMA UIM 卡和一台如下配置的计算机。

- 配有以太网卡和 TCP/IP 协议的计算机。
- IE6.0 以上浏览器。
- 支持 1024×768 分辨率显示。

2）连接方式。请根据实际情况参照下列两种方式连接配置 3G 家庭网关。

3）以太网直接连接方式。使用 RJ-45 类型接头以太网线将配置计算机与 3G 家庭网关 4 个交换口中的任何一个直接连接，如图 7-42 所示。

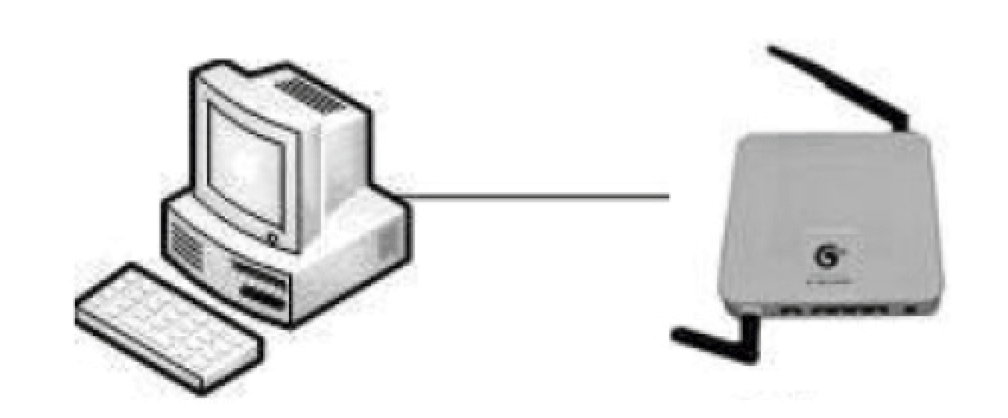


图 7-42　以太网直接连接方式

技巧提示 由于 3G 家庭网关 LAN 口采用自适应交叉连接技术，所以连接设备时可使用直通或交叉网线进行通信。

4）局域网连接方式。当需要将 3G 家庭网关通过交换机或集线器与本地网络连接时，如图 7-43 所示。通过一根网线将集线器或交换机的空闲口与 3G 家庭网关的任何 LAN 口直接连接。

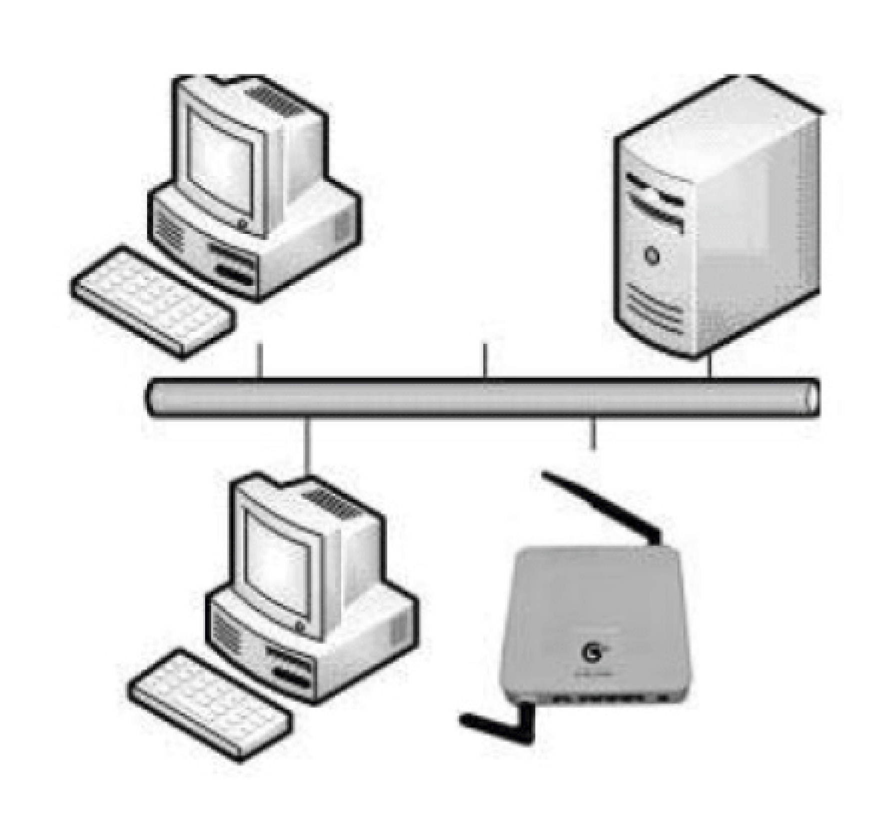


图 7-43　局域网连接方式

网络配置说明如下：

连接好网络环境后，需要设置用来配置家庭网关的本地计算机的 IP 地址等参数。下面以局域网连接方式为例具体介绍网络配置步骤。

01 进入“控制面板”，找到“网络连接”图标，双击进入，在此页面上选择对应网卡的网络连接“本地连接”，如图 7-44 所示。



图 7-44　配置计算机本地连接

02 双击“本地连接”图标，在“本地连接状态”对话框中单击“属性（P）”按钮。选择“Internet 协议（TCP/IP）”选项，单击“属性（P）”按钮，进入如图 7-45 所示对话框。

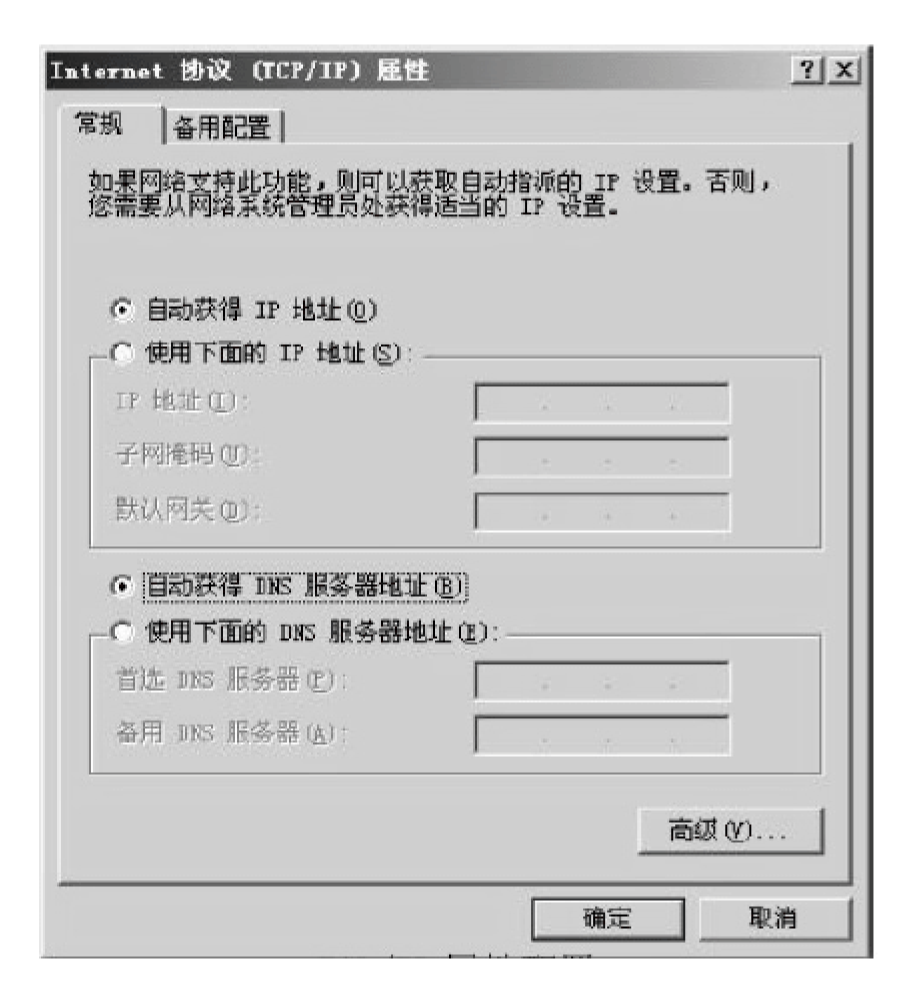


图 7-45　TCP/IP 属性配置

03 在弹出的“Internet 协议（TCP/IP）属性”界面中，可以选择两种设置方式。

- 第一种方式：设置自动获取 IP 地址和 DNS。单击“确定”按钮后，本地计算机将主动向网络内的家庭网关请求 IP 地址和 DNS 设定信息。



当前用户的网络最好只有一台家庭网关，否则本地计算机不一定会和 3G 家庭网关进行通信。

- 第二种方式：设置固定的 IP 地址。具体参数配置为，IP 地址：192.168.0.* （*表示 2~254 中任意整数）；子网掩码：255.255.255.0，默认网关：192.168.0.1。



3G 家庭网关 LAN 口出厂默认参数，IP 地址：192.168.0.1；子网掩码：255.255.255.0。

Web 管理界面默认登录参数，管理界面登录 IP 地址：192.168.0.1，登录名：admin，登录密码：admin。

以下是网络连通性测试说明

1）第一步：IP 配置检查。在 Windows 计算机上，用命令 ipconfig 检查是否正确配置了 IP 地址，选择“开始”→“运行”选项，然后键入命令 ipconfig，并按 Enter 键。

系统返回正确的配置信息应该是：

```
Windows IP Configuration
Ethernet adapter 本地连接:
Connection-specific DNS Suffix . :  Auto configuration IP
Address. . . :
192.168.0.15
Subnet Mask . . . . . . . . . . . . :  255.255.255.0
Default Gateway . . . . . . . . . . :  192.168.0.1
```

2）第二步：连通性检查。用 Ping 命令检查其与 3G 家庭网关的相连性，在系统命令行中键入 Ping 命令：

```
Ping 192.168.0.1
```

如果出现以下信息：

```
Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1:  bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1:  bytes=32 time=3ms TTL=64
```

此时，表示配置计算机与 3G 家庭网关已经连通，可以对 3G 家庭网关进行配置操作。

以下是登陆家庭网关的 Web 管理界面说明。

打开 IE 浏览器，在地址栏内输入：http：//192.168.0.1/，按 Enter 键即可进入如图 7-46 所示用户登录身份认证界面。



图 7-46　用户登录身份认证界面

用户初次登陆系统时，须使用默认帐号和密码（用户名：admin 密码：admin）。输入正确的用户名和密码后，就可以进入 3G 家庭网关 Web 配置界面了。

7.7 无线调制解调器安装技术

7.7.1 无线调制解调器概述

无线调制解调器是为数据通信的数字信号在具有有限带宽的模拟信道上进行无线传输而设计的，它一般由基带处理、调制解调、信号放大和滤波、均衡等几部分组成；无线 Modem 又名“无线调制解调器”。调制是将电信号转换成模拟信号的过程，解调是将模拟信号又还原成电信号的过程，它的特殊之处就在于用于无线传输。

无线调制解调器（Modem）是为数据通信的数字信号在具有有限带宽的模拟信道上进行无线传输而设计的，它一般由基带处理、调制解调、信号放大和滤波、均衡等几部分组成。无线调制解调器如图 7-47 所示。



图 7-47　无线调制解调器

无线调制解调器应用主要可分为两种：一种是 GSM 通讯模式，另一种是 TCP/IP 通讯模式，现有的高端无线 Modem 均能向下兼容 GSM 网络平台。

无线调制解调器有不同的类型、不同的带宽和速度。无线调制解调器经常分成透明和智能两类。他们传送经过调制到载波频率上的信息，这样同时有很多无线通讯链路就可以在相同或者不同的无线频率上工作。

GSM 通讯方式主要有电路交换和短信通讯两种，前者电路交换主要应用于语音通讯，类似于手机打电话方式，一般无线 Modem 无内置话筒和听筒，需外接耳机，后者短信通讯同样类似于手机收发短信方式，无线 Modem 实现电路交换和短信通讯方式均需要后台软件来处理。

TCP/IP 通讯方式是基于 IP 网络通讯的方式，无线 Modem 基于 IP 网络通讯之前，首先要进行 PPP 拔号过程，进行 PPP 拔号过程时需要后台计算机（也可能是其他设备）软硬件资源支持。需依附于计算机操作系统（或者具有 PPP 拔号功能设备）之上才能完成 PPP 拔号过程，获取到无线网络IP 地址进行通讯，通常与计算机配合使用。以 ZOGLAB 的 SM300TS 无线 Modem 为例，SM300TS 无线调制解调器是一款集语音、传真、短信和 GPRS 平台一体的三频终端产品。它的性能参数有：

（1）三频 GSM900/1800/1900MHz。

（2）支持 GPRS CLASS 10。
（3）支持 GSM PHASE2/2$^+$。
（4）输出功率包括：

- Class4（2W @ 900MHz）。
- Class1（1W @ 1800MHz）。
- Class1（1W @ 1900MHz）。

（5）通过 AT 命令控制 GSM 07.07，07.05 和 SIMCOM 增强 AT 命令。
（6）内嵌TCP/IP 协议。
（7）支持透明和非透明传输。
（8）支持 3.0 V/1.8V SIM 卡。
（9）供电电压为 7~24V 直流电压。
（10）温度范围。

- 正常工作温度-30℃～+70 ℃。
- 受限工作温度-30℃～+80℃。
- 存储温度-40℃～+85℃。

（11）尺寸 115×54×25mm。
（12）RS232 串口通讯线。
（13）GPRS 特性包括：

- 最大下行速率为 85.6kbps。
- 支持用于 PPP 连接的 PAP 协议。
- 支持 PBCCH。
- 支持透明或非透明数据传输模式。

（14）拨号数据传输特性包括：

- 最大 14.4kbps。
- 支持 USSD。

（15）短信特性。

- 支持 MT，MO，CB。
- 支持短信广播。
- 支持文本和 PDU 模式。

（16）传真特性。

- Group3，Class1。

（17）语音特性。

- 支持 HR，FR，EFR 等语音编码方式。
- 回声消除。

（18）接口。

- 网络状态指示灯/电源指示灯。
- 抽屉式 SIM 卡座。
- 标准 2.5mm 音频接口。
- 天线接口 SMA-Female。
- 无极性电源输入接口。
- RS232 通讯接口。

7.7.2 无线 E1/T1 调制解调器

无线 E1/T1 调制解调器是一种全双工的无线调制解调器，为 E1/T1 和其他同步数据应用提供了解决方案。

它支持 DTE 速率从 64kbps 到 2048kbps，射频数据速率可达 3Mbps。

1. 无线 E1/T1 调制解调器的特点

（1）比租用线或其他有线方案更可靠，更廉价的选择。

（2）全双工操作，支持 DTE 端口速率从 64kbps 到 2048kbps。

（3）支持的接口类型包括：E1/C-EPT-1，T1/DSX-1，X.21，V.35 和 RS-530。

（4）可靠，安全和抗干扰。

（5）跳频扩频无线技术。

（6）基于 DSP 数据信号处理器的自适应均衡调制解调。

（7）基于 ARQ 算法的纠错。

（8）快速部署，无须频率许可。

（9）工作于 2.4GHz ISM 频段。

2. 无线 E1/T1 调调制解调器的应用会场

（1）“到端”和农村地区的连接。

（2）用于扩充、立即部署或临时安装蜂窝通讯系统、SMR、个人通讯系统、寻呼或其他的报务系统。

（3）校园网络。

（4）公司私用网络。

（5）临时基础通讯设施。

（6）备份链路。

（7）灾难恢复。

3．无线 E1/T1 调制解调器的有关技术参数和指标

无线 F1/T1 调制解器的有关技术参数和指标见表 7-15

表 7-15　无线 E1/T1 调制解调器的有关指标

技术参数	BL121/512	BL121/2048
	DTE	
数据速率（kbps）	64，128，384，512	64，128，384，512，1544，（T1 only），2048
DTE 接口选项	V.35 接口 数据速率：64~512kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：曼彻斯特 34 孔，阴性	V.35 接口 数据速率：64~2048kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：曼彻斯特 34 孔，阴性
	RS-530 接口 数据速率：64~512kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：D 型，25 孔，阴性	RS-530 接口 数据速率：64~2048kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：D 型，25 孔，阴性
	X.21 接口 数据速率：64~512kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：D 型，15 孔，阴性	X.21 接口 数据速率：64~2048kbps 类型：同步数据，RS-422 接头：D 型，15 孔，阴性
		-T1 接口 数据速率：1544kbps 类型：DSX-1，CCITTG.703 和 G.823 接头：RJ-45 线性码：Bipolar AMI 或 B8ZS -E1 接口 数据速率：2048kbps 类型：cept-1，CCITTG.703 和 G.823 接头：2XBNC（Unbalanced）或 RJ-45（Balanced） 线性码：HDB3 或 Bipolar AMI
	无线/调制解调链路	
操作	全双工	
链路类型	点对点	
频率范围	2.4~2.4835GHz	
无线类型	跳频扩频	
跳频速率	100 跳/秒	
频率稳定性	+/-20ppm	
噪音图	<8 dB	

（续表）

技术参数	BL121/512	BL121/2048
解制	2-CPFSK	2-CPFSK（无线链路速率 0.5Mbps 和 1Mbps） 4-CPFSK（无线链路速率 2Mbps） 8-CPFSK（无线链路速率 3Mbps）
解调	基于 DSP 的自适应均衡	
输出功率 无线接口	天线口 15dbm（发射功率依赖于不同国家的规定及所用的天线类型） 1 只发射天线 1 只接收天线 连接器：2 个 SMA 连接头 阻抗：50 欧姆	
天线链路数据速率	0.5Mbps（用于 DTE 速率 64~256kbps） 1Mbps（用于 DTE 速率 384~512kbps）	0.5Mbps（用于 DTE 速率 64~256Mbps） 1Mbps（用于 DTE 速率 384~512Mbps） 2Mbps（用于 DTE 速率 768，1024，1544Mbps） 3Mbps(用于 DTE 速率 1544，2048Mbps)
灵敏度（dbm，误码率 10E-5，纠错前）	无线链路速率 美国制式 制式欧洲 0.5Mbps -89 -92 1Mbps -86 -89	无线链路速率 美国制式 欧洲制式 0.5Mbps -89 -92 1Mbps -86 -89 2Mbps -78 -81 3Mbps 72 -75
应用距离	决定于多种安装参数，如国家的规定，数据速率，两地间的地形等 英国/FCC：24.14km 欧洲/FTSI：10km 无明确限制：超过 40km	
管理和配置		
建立，监控和诊断	通过监控口	
监控口	V.24/RS-232，D 型 9 孔，阴性	
现场勘察和性能优化	通过监控口，用软件控制	
前面板发光二极管指示灯	-POWER 电源	-Power，电源
	-Self Test 自测试	-Self Test，自测试
	-Data Link Activity，数据链路活动	-Data Link Activity，数据链路活动
	*TXD，发送数据	*TXD，发送数据
	*RXD，发送数据	*RXD，接收数据
	-Radio Link Activity，无线链路状态	-Data Link Status，无线链链路状态
	*TXD，发送数据	*RX Sync，收同步
	*Rx Sync，收同步 *Tx Sync，收同步	*TX Sync，发同步 -Data Link Status，数据链路状态（T1/E1） *LOS，（信号丢失） *AIS，（警告批示信号）
电气		
电源	100-240V 交流，最大功率 25 瓦，或 18-72V 直流，最大 25 瓦	

电源接口（直流）	接线板
	机械
外型尺寸 重量	7.7″×9.6×1.7″/195mm×244mm×44mm 2.21b./1kg
	环境
工作温度	华氏 32℃到 105℃/摄氏 0℃到 40℃
工作湿度	5%到 95%，非冷凝
	标准和许可
	PCCPART15 ETS 300-328 UL，UL/C，TUV/GS，CE

7.7.3 无线调制解调器的传输信道和接口

1. 无线调制解调器的传输信道

- 无线调制解调器按传输信道分为短波调制解调器和超短波调制解调器两类。
- 短波调制解调器（DCE）与 DTE 接口间可以以同步式或起止格式传输数据，信息速率为 50bps，75bps，100bps，150bps，300bps，600bps，1200bps，2400bps。
- 超短波调制解调器（DCE）与 DTE 接口间可以同步式或起止格式传输数据，信息速率为 300bps，600bps，1200bps，2400bps，4800bps，7200bps，9600bps，14400bps，19200bps。
- 短波调制解调器工作方式：全双工或半双工。
- 超短波调制解调器工作方式；全双工或半双工。
- 短波调制解调器至信道机话音口传输信号有效带宽在 300～3000Hz 范围之内。
- 超短波调制解调器至信道机话音口传输信号有效带宽在 300～3000Hz 范围之内。

2. 无线调制解调器的接口

短波调制解调器（DCE）与 DTE 间的接口应为 15 芯矩形孔式插座，定义见表 7-16。

表 7-16 短波调制解调器与 DTE 间 15 芯矩形孔式插座接口

引脚序号	定义
1	发信号 1
2	发信号
3	—
4	—
5	发信号 1
6	发信号 2
7	—
8	—
9	发信号 1—
10	发信号 2—

（续表）

引脚序号	定义
11	—
12	—
13	键控线 1（PTT）
14	键控线 2（PTT）
15	—

超短波调制解调器（DCE）- DTE 间的接口应为 9 芯矩形孔式插座，定义见表 7-17。

表 7-17　超短波调制解调器（DCE）- DTE 间的 9 芯矩形孔式插座接口

引脚序号	定义
1	发信号
2	—
3	GND
4	—
5	收信号
6	键控线（PTT）
7	12V 输入
8	—
9	—

7.7.4　无线调制解调器的安装技术

无线调制解调器的硬件安装：

（1）外观质量检查

- 用目测法或简单方法进行外观质量检查，设备表面不应有明显的凹痕、划伤、毛刺、裂缝、变形和污染等等。
- 涂层应均匀，无凝结、脱落、气泡、漆膜龟裂及磨损等现象。
- 金属零部件不应有锈蚀及其他机械损伤。
- 所有接插件易于插拔，接触良好，开关、按键应灵活可靠，零部件、紧固件应无松动，整件安装牢固可靠。
- 说明功能的文字、符号和标志应清晰、端正、牢固，且不会因操作而明显褪色和磨损。

（2）硬件安装顺序

不同的供应商对 Modem 参数的要求不尽相同，在具体应用中请参考供应商的 Modem 用户手册。

- 断开电源。
- 打开 Modem 外壳。

- 正确安装 Modem 卡。
- 盖好 Modem 外壳。
- 用串口线把 Modem 主机与计算机相应的 COM 口连接。
- 插上电源。

安装 Modem 卡可能存在指示灯不亮的情况其原因有：

- 没有插电源或电源接触不良，请检查电源是否插上。
- 可能 Modem 卡被电源烧毁，请使用其他的电源，检查电源是否有问题。
- 可能 Modem 主机有问题，请与供应商联系。

可能存在指示灯不闪的情况，其原因有：

- 没有安装 Modem 卡，请检查 Modem 卡是否正确安装。
- Modem 卡接触不良，请断电后重新安装 Modem 卡。
- 如果以上原因都不是，请与供应商联系。

（3）安装相应的软件系统

硬件安装好后，需要安装相应的软件系统。打开 IE 浏览器，在地址栏输入无线 Modem 的默认 IP 地址（请参阅产品说明书，一般为 http：//192.168.1.1），接着会提示输入无线 Modem 帐号与密码进入配置程序（请参照说明书输入）。

在浏览器中，输入无线 Modem 管理的 IP，桌面会弹出一个登录界面，填写用户名和密码后，就进入了无线 Modem 的配置界面。系统会自动弹出一个“设置向导”。用户进入无线 Modem 的配置选项。品牌不同，配置选项会不尽相同。待设置完毕后，无线 Modem 面板上的无线信号灯变亮，表示无线收发功能已开启。

7.8　无线天线安装技术

7.8.1　无线天线概述

在无线通信领域，天线是不可缺少的组成部分。广播、通信、雷达、导航、遥测和遥控等都是利用无线电波来传递信息的。

1．天线

由发射机产生的高频振荡能量，经过馈线也称传输线传送到发射天线，然后由发射天线变为电波，向预定方向辐射。电波通过传播媒质到达接收天线后，接收天线将接收到的电波能量转变为电波，通过馈线送到接收机。天线在无线电波传输的过程中，是无线通信系统的第一个和最后一个器件，如图 7-48 所示。

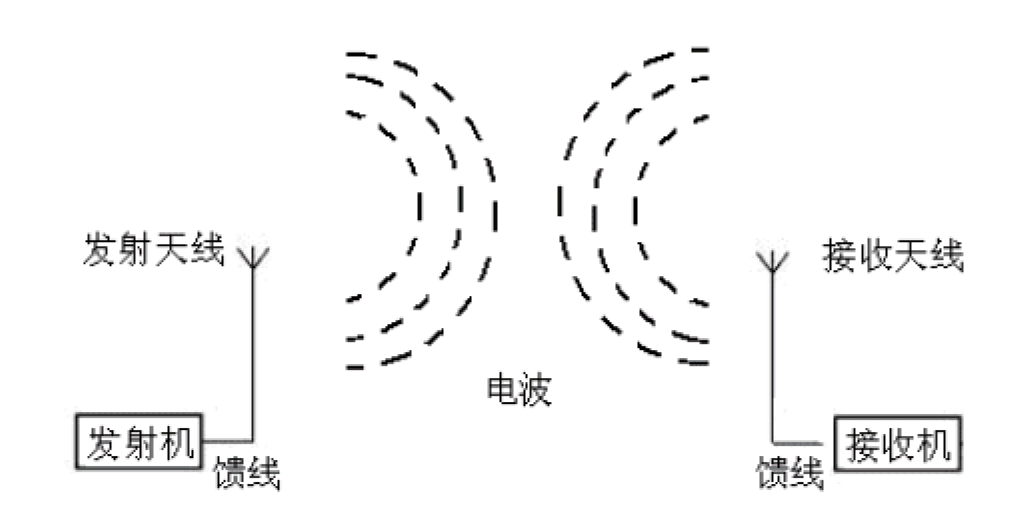


图 7-48　天线

2．天线的定义

天线是用来发射或接收无线电波的装置和部件。天线起主要作用的是辐射场，任何天线都有方向性、输入阻抗、带宽、功率容量和效率等，由于应用领域众多，对天线的要求是多种多样的，因此导致天线种类繁多，功能各异。

天线对不同方向的辐射或接收效果并不一样，带有方向性。以发射天线为例，天线辐射的能量在某些方向强、在某些方向弱、在某些方向为零。设计天线时天线的方向性是要考虑的主要因素之一。

天线可以视为传输线的终端器件。天线作为一个单端口元件，要求与相连接的馈线阻抗匹配。天线的馈线上要尽可能传输行波，使从馈线入射到天线上的能量不被天线反射，尽可能多地辐射出去。天线与馈线、接收机、发射机的匹配或最佳贯通，是天线工程最关心的问题之一。

3．天线的分类

天线的种类很多，可以按照不同的方式进行分类。

（1）按照波段分类

按天线适用的波段来分类，天线可以分为长波天线、中波天线、短波天线、超短波天线和微波天线等。

（2）按照结构分类

按天线的结构来分类，天线可以分为线状天线、面状天线、缝隙天线和微带天线等。

1）线状天线

线状天线是指线半径远小于线本身的长度和波长，且载有高频电流的金属导线。线状天线随处可见，如在房顶上、船上、汽车上、飞机上等。线状天线有直线形、环形、螺旋形等多种形状。

2）面状天线

面状天线是由尺寸大于波长的金属面构成，主要用于微波波段，形状可以是喇叭或抛物面状等。

3）缝隙天线

缝隙天线是金属面上的线状长槽，长槽的横向尺寸远小于波长及纵向尺寸，长槽上有横向高频电场。

4）微带天线

微带天线由一个金属贴片和一个金属接地板构成。金属贴片可以有各种形状，其中长方形和圆形是最常见的。金属贴片与金属接地板距离很近，使微带天线侧面很薄，适用于平面和非平面结构，并且可以用印刷电路技术来制造。

（3）按照用途分类

按天线的用途来分类，天线可以分为广播天线、通信天线、雷达天线、导航天线和 RFID 天线、无线天线等。

4．发射天线的电参数

大多数天线的电参数是针对发射状态规定的，以衡量天线将高频电流能量转变成空间电波能量的能力，以及衡量天线定向辐射的能力。

（1）天线的效率

天线在工作时，并不能将输入天线的能量全部辐射出去。

（2）输入阻抗

天线的输入阻抗定义为天线输入端电压与电流的比值。

天线的输入阻抗是一个重要的参数，它决定于天线本身的结构和尺寸，并与工作频率、周围物体的影响等有关。只有极少数简单的天线才能准确地计算出输入阻抗，多数天线的输入阻抗通过近似计算或测量的方法得以确定。

天线的输入端是指天线与馈线的连接处。天线作为馈线的负载，通常要求做到阻抗匹配。当天线与馈线不匹配时，馈线上的入射功率部分会被天线反射。

（3）方向性函数

天线的方向性函数，是指以天线为中心，在远区相同距离 r 的条件下，天线辐射场与空间方向的关系，是天线辐射场的相对值

（4）方向图

方向图分为立体方向图、E 面方向图和 H 面方向图。方向图常用主瓣宽度、旁瓣电平和前后比来表示方向图的特性，在对各种方向图进行定量比较时，通常考虑如下几个参数。

1）立体方向图

立体方向图可以完全反映出天线的方向特性，但有时为方便，常采用与场矢量相平行的两个平面来表示方向图。

2）E 面方向图

E 面方向图是电场矢量所在平面的方向图。

3）H 面方向图

H 面方向图是磁场矢量所在平面的方向图。对沿轴放置的电基本振子而言，H 面即为赤道平面。

4）主瓣宽度

天线的方向图由一个或多个波瓣构成。天线辐射最强方向所在的波瓣称为主瓣，主瓣宽度是衡量主瓣尖锐程度的物理量。

主瓣宽度分半功率波瓣宽度和零功率波瓣宽度。半功率波瓣宽度越窄，说明天线辐射的能量越集中，定向性越好。电基本振子 E 面方向图的半功率波瓣宽度为 90°。有些面天线的半功率波瓣宽度小于 1°。

5）旁瓣电平

主瓣以外其他的瓣，称为旁瓣或副瓣。旁瓣最大值与主瓣最大值之比，称为旁瓣电平，记为 FSLL。

6）前后比

天线最大辐射方向（前向）电平与其相反方向（后向）电平之比，称为前后比，前后比通常用分贝表示。

（5）方向性系数

在离开天线某一距离处，天线在最大辐射方向上产生的功率密度，与天线辐射出去的能量被均匀分到空间各个方向（即理想无方向性天线）时的功率密度之比，称为天线的方向性系数。

（6）增益

增益定义为当天线与理想无方向性天线的输入功率相同时，两种天线在最大辐射方向上辐射功率密度之比。增益同时考虑了天线的方向性系数和效率，增益也常用分贝表示，在通信系统中，常希望天线有较大的增益。增益表示天线功率放大倍数，数值越大表示信号的放大倍数就越大，也就是说当增益数值越大，信号越强，传输质量就越好。

（7）有效长度

天线的有效长度，是衡量天线辐射能力的又一个指标。

（8）极化

天线的极化是指在天线最大辐射方向上，电场矢量的方向随时间变化的规律。极化是在空间固定点上电场方向随时间变化的轨迹。通常在偏离最大辐射方向时，天线的极化随

之改变。

接收天线要保持与发射天线极化匹配，例如，圆极化天线不能接收与其旋向相反的圆极化波。

在实际使用中，当收发天线固定时，通常采用线极化天线。但当收发天线的一方剧烈摆动时，收发要采用圆极化天线，RFID 常采用圆极化天线。另外，收发天线需要与主辐射方向对准，并保持极化方向一致。

（9）频带宽度

天线的所有电参数都与频率有关。当频率偏离中心频率时，会引起天线电参数的变化，例如引起方向图的变形、输入阻抗的改变等。将天线的电参数保持在规定技术指标要求之内的频率范围，称为天线的工作频带宽度，简称为天线的带宽。

根据天线频带宽度的不同，天线可以分为窄频带天线、宽频带天线和超宽频带天线。一般来说，窄频带天线的相对带宽只有百分之几，宽频带天线的相对带宽可以达到百分之几十，超宽频带天线的相对带宽可以达到几个倍频程。

5. 接收天线的电参数

接收天线的主要功能是将无线电波能量转化为高频电流（或导波）能量。接收天线的工作过程是，天线在空间电场的作用下产生感应电动势，并在天线的输入端产生电压，在接收回路中产生电流。可以看出，接收天线的工作过程就是发射天线的逆过程。

尽管天线电参数收发互易，但发射天线的电参数以辐射场的大小为衡量目标，接收天线的电参数以天线感应电动势的大小为衡量目标。天线作为接收天线的电参数与作为发射天线的电参数相同，主要讨论天线的效率、输入阻抗、天线的方向性参数、增益、有效长度、极化和频带宽度等。除此之外，接收天线还经常讨论有效接收面积。

有效接收面积是衡量接收天线接收无线电波能力的指标。有效接收面积是指，天线以最大接收方向对准来波方向，并且天线的极化与来波极化完全匹配时，接收天线送到匹配负载的平均功率密度与来波的功率密度之比。

7.8.2　无线天线参数

无线天线分为 AP 天线（室内全向天线、室内定向天线、室外全向天线、室外定向天线）和网桥天线。

AP 天线类型多，可根据不同的应用方式选用；网桥天线多用于较远距离的传输，所以天线增益较高。无线天线常见的是室内天线和室外天线。

室内天线的优点是方便灵活，缺点是增益小，传输距离短；室外天线有锅状的定向天线和棒状的全向天线两种。室外天线的优点是传输距离远，比较适合远距离传输。无线设备就需要频率范围在 5GHz 的天线来匹配。室内天线的增益大小一般为 3～6dBi，而室外天线一般为 8.5～16dBi。

室内天线由于增益小，适合传输距离较近、发射接收功率较弱的环境使用，室内天线

一般没有防水、防雷、防尘等功能，所以绝对不适合用于室外。

无线天线性能的主要参数有输入阻抗、极化方式、增益、波瓣宽度、前后比等。

（1）输入阻抗

无线天线的输入阻抗是天线馈电端输入电压与输入电流的比值。天线与馈线的连接，最佳情形是天线输入阻抗是纯电阻且等于馈线的特性阻抗，这时馈线终端没有功率反射，馈线上没有驻波，天线的输入阻抗随频率的变化比较平缓。天线的匹配工作就是消除天线输入阻抗中的电抗分量，使电阻分量尽可能地接近馈线的特性阻抗。匹配的优劣一般用 4 个参数来衡量，即反射系数，行波系数，驻波比和回波损耗。用的较多的是驻波比和回波损耗。一般移动通信天线的输入阻抗为 50Ω。

- 驻波比：它是行波系数的倒数，其值在 1 到无穷大之间。驻波比为 1，表示完全匹配；驻波比为无穷大表示全反射，完全失配。在移动通信系统中，一般要求驻波比小于 1.5，但实际应用中 VSWR 应小于 1.2。过大的驻波比会减小基站的覆盖并造成系统内干扰加大，影响基站的服务性能。
- 回波损耗：它是反射系数绝对值的倒数，以分贝值表示。回波损耗的值在 0dB 到无穷大之间，回波损耗越小表示匹配越差，回波损耗越大表示匹配越好。0 表示全反射，无穷大表示完全匹配。在移动通信系统中，一般要求回波损耗大于 14dB。

（2）无线天线极化方式

所谓天线的极化，就是指天线辐射时形成的电场强度方向。当电场强度方向垂直于地面时，此电波就称为垂直极化波；当电场强度方向平行于地面时，此电波就称为水平极化波。由于电波的特性，决定了水平极化传播的信号在贴近地面时会在大地表面产生极化电流，极化电流因受大地阻抗影响产生热能而使电场信号迅速衰减，而垂直极化方式则不易产生极化电流，从而避免了能量的大幅衰减，保证了信号的有效传播。

因此，在移动通信系统中，一般均采用垂直极化的传播方式。随着新技术的发展又出现了一种双极化天线。就其设计思路而言，一般分为垂直与水平极化和±45°极化两种方式，性能上一般后者优于前者，因此目前大部分采用的是±45°极化方式。双极化天线组合了+45°和-45°两副极化方向相互正交的天线，并同时工作在收发双工模式下，大大节省了每个小区的天线数量；同时由于±45°为正交极化，有效保证了分集接收的良好效果。（其极化分集增益约为 5dB，比单极化天线提高约 2dB。）

（3）无线天线的增益

天线增益是用来衡量天线朝一个特定方向收发信号的能力，它是选择基站天线最重要的参数之一。

一般来说，增益的提高主要依靠减小垂直面方向辐射的波瓣宽度，而在水平面上保持全向的辐射性能。天线增益对移动通信系统的运行质量极为重要，因为它决定蜂窝边缘的信号电平。增加增益就可以在一确定方向上增大网络的覆盖范围，或者在确定范围内增大

增益余量。任何蜂窝系统都是一个双向过程，增加天线的增益能同时减少双向系统增益预算余量。另外，表征天线增益的参数有 dBd 和 dBi。dBi 是相对于对称阵子天线的增益 dBi=dBd+2.15。相同的条件下，增益越高，电波传播的距离越远。一般地，GSM 定向基站的天线增益为 18dBi，全向的为 11dBi。

（4）无线天线的波瓣宽度

波瓣宽度是定向天线常用的一个很重要的参数，它是指天线的辐射图中低于峰值 3dB 处所成夹角的宽度（天线的辐射图是度量天线各个方向收发信号能力的一个指标，通常以图形方式表示为功率强度与夹角的关系）。

天线垂直的波瓣宽度一般与该天线所对应方向上的覆盖半径有关。因此，在一定范围内通过对天线垂直度（俯仰角）的调节，可以达到改善小区覆盖质量的目的，这也是在网络优化中经常采用的一种手段。主要涉及两个方面水平波瓣宽度和垂直平面波瓣宽度。水平平面的半功率角（H－Plane Half Power beamWidth）：45°，60°，90°等，定义了天线水平平面的波束宽度。角度越大，在扇区交界处的覆盖越好，但当提高天线倾角时，也越容易发生波束畸变，形成越区覆盖。角度越小，在扇区交界处覆盖越差。提高天线倾角可以在移动程度上改善扇区交界处的覆盖，而且相对而言，不容易产生对其他小区的越区覆盖。在市中心基站由于站距小，天线倾角大，应当采用水平平面的半功率角小的天线，郊区选用水平平面的半功率角大的天线；垂直平面的半功率角（V－Plane Half Power beamWidth）：48°，33°，15°，8°等，定义了天线垂直平面的波束宽度。垂直平面的半功率角越小，偏离主波束方向时信号衰减越快，在越容易通过调整天线倾角准确控制覆盖范围。

（5）无线天线的前后比（Front-Back Ratio）

表明了天线对后瓣抑制的好坏。选用前后比低的天线，天线的后瓣有可能产生越区覆盖，导致切换关系混乱，产生掉话。一般在 25~30dB 之间，应优先选用前后比为 30 的天线。

7.8.3　无线天线类型

1. 室内无线天线类型

（1）室内全向天线

室内全向天线适合于无线路由、AP 这样的需要广泛覆盖信号的设备上，可以将信号均匀分布在中心点周围 360º 全方位区域，适用于链接点距离较近，分布角度范围大，且数量较多的情况。室内全向天线是室内是吸顶全向天线。

吸顶全向天线的技术参数：

- 频率范围（GHz）：2.4~2.5。
- 增益（dBi）：3。
- 电压驻波比：1.5:1Max。

- 极化：垂直极化。
- 水平面波瓣宽度（°）：360。
- 垂直面波瓣宽度（°）：78。
- 连接器形式：N-K。
- 输入阻抗（Ω）：50。

（2）室内定向天线

室内定向天线是指天线在对某个特定方向传来的信号特别灵敏，并且发射信号时能量也是集中在某个特定方向上，全向天线可以接受水平方向各个角度的信号和向各个角度辐射信号，覆盖区域极其广泛，但每个方向的信号都比较弱。室内定向天线适用于室内，因为它能量聚集能力最强，信号的方向指向性也好。在使用的时候应该使得它的指向方向与接收设备的角度方位相当集中。

室内定向天线的技术参数：

- 频率范围（GHz）：2.4~2.5。
- 增益（dBi）：8.5。
- 电压驻波比：1.5：1Max。
- 极化：垂直极化。
- 水平面波瓣宽度（°）：70。
- 垂直面波瓣宽度（°）：65。
- 连接器形式：N-K。
- 输入阻抗（Ω）：50。

2. 室外无线天线

室外无线天线分无线双极化天线、无线圆极化天线、无线双频天线、室外全向天线、网桥天线。

（1）室外定向无线双极化天线

室外定向无线双极化天线，同时具备垂直与水平极化，标准N型接头。

无线双极化天线设备的有关技术参数和指标见表7-18。

表7-18　无线双极化天线设备的有关技术参数和指标

技术参数	指标
频率范围 Frequency Range-MHz	2400~2483（MHz）
增益 Gain-dBi	14（dBi）
驻波比 VSWR	1.5
水平面波瓣宽度 Horizontal Beamwidth-°	90°
垂直面波瓣宽度 Vertical Beamwidth-°	15°
前后比 F/B Ratio-dB	>25（dB）
极化 Polarization	垂直和水平

（续表）

技术参数	指标
输入阻抗 Impedance-Ω	50（Ω）
最大功率 Maximum Input Power-W	100（W）
接头型号 Connector	N-K
天线尺寸 Antenna Dimension-mm	450×165×35（mm）
重量 Weight-Kg	2.04（Kg）
抗风速 Rated Wind Velocity-Km/h	241（Km/h）

（2）无线圆极化天线

无线圆极化天线设备的有关技术参数和指标见表 7-19。

表 7-19　无线圆极化天线设备的有关技术参数和指标表

技术参数	指标
频率范围 Frequency Range-MHz	2400~2483（MHz）
增益 Gain-dBi	7（dBi）
驻波比 VSWR	1.5
水平面波瓣宽度 Horizontal Beamwidth-°	90°
垂直面波瓣宽度 Vertical Beamwidth-°	90°
前后比 F/B Ratio-dB	>25（dB）
极化 Polarization	固极化
输入阻抗 Impedance-Ω	50（Ω）
最大功率 Maximum Input Power-W	100（W）
接头型号 Connector	N-K
天线尺寸 Antenna Dimension-mm	120×120×30（mm）
重量 Weight-Kg	0.3（Kg）

3. 室外无线双频天线

室外无线双频天线设备的有关技术参数和指标见表 7-20。

表 7-20　室外无线双频天线设备的有关技术参数和指标表

技术参数	指标	
频率范围 Frequency Rang-MHz	2400~2483（MHz）	5150~5850（MHz）
增益 Gain-dBi	6（dBi）	8（dBi）
驻波比 VSWR	1.5	
水平面波瓣宽度 Horizontal Beamwidth-°	360°	
垂直面波瓣宽度 Vertical Beamwidth-°	40°	17°
极化方式 Polarization	垂直	
输入阻抗 Impedance-Ω	50（Ω）	
最大功率 Maximum Input Powet-W	20（W）	
接头型号 Connector	SMA-Female	
天线尺寸 Antenna Dimension-mm	145×300（mm）	
重量 Weight-Kg	1.1（Kg）	
抗风速 Rated Wind Velocity-Km/h	241（Km/h）	

4. 室外全向天线

以下是室外全向天线的技术参数。

- 频率范围（GHz）：2.4~2.5。
- 增益（dBi）：8。
- 电压驻波比：1.5:1（Max）。
- 极化：垂直极化。
- 水平面波瓣宽度（°）：360。
- 垂直面波瓣宽度（°）：15。
- 连接器形式：N-K。
- 输入阻抗（Ω）：50。

室外全向天线的安装：天线通过夹具固定于支杆上，通过电缆接到 AP 的天线接口上。

5. 网桥天线

网桥天线的技术参数：

- 频率范围（GHz）：2.4~2.5。
- 增益（dBi）：14~ 21。
- 电压驻波比：1.5:1（Max）。
- 极化：垂直极化。
- 水平面波瓣宽度（°）：30。
- 垂直面波瓣宽度（°）：30。
- 连接器形式：N-K。
- 输入阻抗（Ω）：50。

网桥天线的安装：天线通过支架固定，通过电缆接到网桥的天线接口上。

7.8.4 无线天线安装技术

无线天线安装要重点注意如下 10 点内容。

1. 选择无线天线

无线天线有室内天线、室外天线、定向天线、全向天线，还有一种扇面天线，它界于定向与全向之间，在 180º、120º、90º 的范围内进行有效覆盖。

无线设备的天线有的位于室内，有的位于室外，根据无线网络的组网形式和实际情况，选择适用于不同环境的室内天线或室外天线。需要注意的是：

- 对于点对点定向连接，可以采购高增益定向天线。
- 对于在一定区域内覆盖式连接，可以采购高增益全向天线。

- 在组建无线对等网时，无线网卡应当采用全向天线。
- 如果要进行无线漫游，无线 AP、无线网卡都必须采用全向天线。

2. 无线天线安装类型

无线天线安装分室内天线安装和室外天线安装。室外天线安装必须使用支架来固定天线，分铁塔上天线安装、楼顶上天线安装、阳台上天线安装。

室内天线安装主要是吸顶天线安装。

3. 无线天线安装选址原则

无线天线安装选址的原则要重点注意如下 7 点内容：

- 天线安装的位置应选择位置较高处，一般选择高层建筑物的顶部。
- 在天线接收信号的方向上，应尽可能没有阻挡物和高层建筑物；在无线站点之间的天线应该有足够的可视空间。
- 避免与交通繁华的公路，电气化铁路，高压电力线，工业干扰源相距太近。
- 确定两边天线的大致方向，借助可调节天线的俯仰角，尽量把辐射能控制聚焦到一个方向上，一边天线下俯，一边天线上仰，下俯上仰应尽量在直线上对准，保持一致。
- 天线不要离接收机太远，尽量缩小馈线长度，避免拐弯，以减少信号损失，否则馈线太长会影响接收质量。馈线长度一般以不超过 30m 为宜。
- 能够避免障碍物的话，不要装在楼顶最高处；不能够避免障碍物的话，将天线安装在可能的最高位置（天线放于楼顶，要使用避雷器）。
- 便于天线安装施工。

4. 天线与自然因素

- 抗风：基本风速为 30m/s，设计时应放宽 15~20%。
- 抗冰冻：覆冰厚为 20mm。
- 检修载荷为 200kg。
- 具有防潮、防雷、抗盐雾、抗硫化物腐蚀、防雨水能力。

5. 天线安装高度对照表

天线安装高度对照表不含树木建筑等障碍物的高度，天线安装高度对照表见表 7-21。

表 7-21　天线安装高度对照表

传输距离（m）	天线高度（m）	传输距离（m）	天线高度（m）
100	1	9000	11.4
500	2.3	10000	12.4
1000	3.3	11000	13.3
1500	4.1	12000	14.2
2000	4.7	13000	15.2
2500	5.3	14000	16.1

（续表）

传输距离（m）	天线高度（m）	传输距离（m）	天线高度（m）
3000	5.9	15000	17.1
3500	6.4	20000	22.5
4000	6.9	25000	28.7
4500	7.4	30000	35.6
5000	7.8	35000	43.4
6000	8.8	40000	52.1
7000	9.7	45000	61.7
8000	10.5	50000	72.2

6．天线安装

（1）天线在竖杆上调整时，能够上、下、左、右转动。

（2）天线、竖杆、接线与支撑点安装方便牢固。

（3）要严格遵守无线使用安装说明进行操作。

（4）在场强差别大、反射信号复杂、接收信号较弱、接收方向不一致的情况下，必须根据不同情况，注意选择增益高、方向性强、前后比大的天线。

（5）天线安装位置的信号场强可依据实际测试结果并参考主观视听效果来确定。实际测试时，选择不少于 3 个有可比性的测点。在每个测点上，测试所有频道的信号场强、频带内干扰场强和频带外干扰场强。

（6）天线的馈电端、阻抗匹配器、高频连接器和安装在室外的天线放大器、避雷器等，必须有良好的防雨结构和可靠的防腐蚀措施。天线与天线竖杆应具有防腐蚀、抗盐酸、抗硫化物腐蚀的能力，所有金属结构件表面必须涂敷、镀锌等，腐蚀特别严重的地方宜采用不锈钢材料。

7．工程安装前准备的物品

（1）电锤（用来在墙体上打眼固定支撑）。

（2）底座支撑卡箍（请测量好支撑杆的直径后再购买）。

（3）膨胀螺栓、避雷器。

（4）支撑杆（支架），建议使用质量好点的镀锌管。

（5）解决安装天线时的电力问题（电锤是要用电的）。

（6）馈线（请详细计算所需长度，可长 1~2m，千万不能短）。

（7）防水胶带（做天线防水用）。

（8）一字起子、十字起子、活动扳子、3m 钢卷尺（根据安装天线时常用的工具）。

（9）如果工程需要，可以考虑风绳的问题。

8. 天线安装施工

（1）天线安装施工要注意的问题

接收天线应按设计要求组装，在预定位置，组织甲方人员收测和观看，确定天线的最佳位置、然后固定。要求做到：

- 要平直。
- 要牢固。
- 工程外观要整洁，美观。

竖杆拉线地锚必须与建筑物连接牢固，不得将拉线固定在屋面透气管、水管等构建上。安装时应使各根拉线受力平均。

- 天线馈电端必须与阻抗匹配器、馈线、天线放大器连接牢固，同时应有防雨水措施。
- 天线要有抗自然气象带来的如台风、旋风、结冰等问题的能力。
- 天线的拉线应采用 8 股或 8 股以上的钢丝绳，直经应大于等于 8mm。
- 天线的地锚应采用直径不小于 12mm 的圆钢，使受力点能够承受强台风破坏。
- 天线竖杆的基础要严格按照厂家提供的技术资料和安装要求进行。
- 射频电缆应穿钢管，并主张一管一缆，不得沿天线拉线下行。
- 电缆拐弯时，要保持线缆曲率半径的 15 倍以上，确保信号无损。
- 电缆原则上不要有接头，如有接头时，应加过线盒。

天线安装要按 3 步来操作：

- 天线竖杆。
- 拉线。
- 底座（底锚）。

竖杆在建筑物楼顶时，只能安装在电梯间或水箱的承重墙上，或建在已设计好的位置上。

天线顶端高度应高于周围建筑物 15m~40m。

天线横杆与竖杆连接是要用 u 型螺栓连接，或用槽型底托相连接。当用螺丝固定后，最好用油漆对螺丝四周刷一下。目的有两点：

- 防生锈。
- 巡检时，检查人员通过掉漆与否，判断螺丝是否松动。

天线避雷装置的安装，为了避免雷击，需要安装避雷装置。

（2）安装天线

1）安装天线在完全不影响房顶防水及房顶结构的情况下，也可以将天线立柱用膨胀螺丝直接固定在房顶上，但不能在隔热层、防水层上安装；

2）若天线底座被制作在地面上，整个天线底座地下填埋深度不应少于 20cm、地面以

上高度不应低于 1.5m，且牢固可靠；

3）安装天线时，一般按厂家提供结构图安装。各厂家的天线结构都是大同小异。产品附带有一份说明书，在说明书中详细的标注了天线预埋件及预埋地脚螺栓的尺寸和各种要求。在说明书中还有一张表格，表格中列出了在不同风速下，天线各支撑点的最大拉力、压力及横向力。只需要向建筑结构工程师提供这份基础说明书就可以设计一个符合天线要求的地基。

4）常规的安装步骤。

- 固定天线底座：将天线的底座安装在水泥基座上，要拧紧螺帽坚固脚架铁及焊接固定；
- 装上方位托盘和仰角调节螺杆。

依顺序将反射板的加强支架和反射板装在反射板托盘上，在反射板与反射板相联接时稍为固定即可，暂不紧固，等全部装上后，调整板面平整再将全部螺丝坚固。这里需要注意的是分瓣反射板的安装顺序，有些产品无顺序可随意拼装，但有些三瓣有安装馈源支杆的安装点，三瓣必须有三分安装在里面，否则馈源支架装上后不对称，馈源与天线的反射焦点不能重合影响信号增益甚至收不到信号。整体成形的反射板装上托盘架后直接将反射板装在方位托架上即可。不要使反射面变形，也不能划伤反射面。

- 底座和天线固定。将反射面和支架连接，并且一起安装在底座立柱上，并且要求上下左右调节自如可靠；
- 装上馈源支架，馈源固定盘。

馈源、高频头的安装与调整：馈源、高频头和矩形波导口必须对准、对齐，波导口内则要平整，两波导口之间加密封圈，拧紧螺丝防止渗水，将连接好的馈源高频头装在馈源固定盘上，对准抛物面天线中心位置集中焦点。

- 天线极化匹配的调整。
- 在底座膨胀螺丝上、在天线的所有螺钉连接处、丝杠等活动部件上均涂上防锈漆，以防锈蚀。

9. 避雷器安装措施

（1）措施

- 安装独立的避雷针。在距天线 3m 以上的地方安装高出天线的独立避雷针，使天线在保护范围之内，一般保护区在 450～600 的范围内，并且要求避雷针有良好的接地性，接地电阻一般要小于 4Ω。
- 天线竖杆顶部加长作避雷针。这是一种常用的避雷方法，它是将天线金属竖杆的顶部加长 2.5m 左右，使各频道天线均处于避雷针 450～600 的保护区内。要保证天线竖杆通过引下线良好地接地，各振子的中点与横杆直接相连，横杆与竖杆相接。在

高层框架式结构中，可以把引下线同轴电缆金属屏蔽外导体与建筑构件架、板中钢筋焊接或卡接，使整个建筑物成为一个接地良好的等电位体。

- 天线竖杆、避雷针、天线振子的零电位，在电气上应可靠地连成一体，并与承载建筑物的防雷设施纳入同一系统实行共地连接。从竖杆至接地装置的引下线应至少用两根，从不同方位以最短的距离泄流引下，防雷系统引下线一般采用 25mm × 4mm 的扁钢带或ϕ8mm 的圆钢，采用两根对称引线接地，其接地电阻应小于 4Ω，当系统采用共同接地时，其接地电阻应不大于 1Ω。引下线与竖杆必须采用焊接方式连接，焊接长度一般为 100~200mm。
- 在进入前端的馈线和天线放大器电源线上安装避雷器，以防雷电引入室内。
- 避雷针需要良好的接到大地上，接地电阻小于 4Ω。

（2）避雷器

在馈线系统中接入避雷器，当馈线受到雷击时，避雷器会及时与设备断开，通过连在避雷器外部的接地线把电流放掉后，自动恢复连接。要求馈线的接地线每 20m 做一个接地，所以通常接地线到馈线头不超过 20m 时可以在接地线近处接地。

避雷器一般以并联接方式连接在线路的保护点上。正常状态下，避雷器为断开状态；雷击过电压时，避雷器为动作状态，雷击电流通过避雷器流到大地。

避雷器分为两类：一类是供天线、天线放大器等高频部件感应雷击过电压起保护作用的高频型避雷器；另一类是供干线和用户线的电源，抑制感应雷击过电压而起保护作用的电源型避雷器。

避雷器的主要性能参数如表 7-22 所示。

表 7-22　避雷器的主要性能参数表

序号	项目		单位	性能参数	
				天线避雷器	干线避雷器
1	插入损耗	VHF	dB	≤0.5	≤0.5
		UHF		≤1	≤1
2	反射损耗	VHF	dB	≥16	≥16
		UHF		≥12	≥12
3	耐冲击电压	1.2/50μs	KV	±15	不作规定
		10/700μs		不作规定	±5
4	耐冲击电源	8/20μs	KV	5，2.5，1.5	2.5，1.5

10. 天线的调试

- 根据天线装配说明装好天线。
- 将同轴电缆一端和中心的 AP 连接；另一端和天线 WB（或 SA）连接。
- 手动调整天线直到 WB 或 SA 的 WLNK 灯亮。
- 调整天线，直到设备的信号质量灯得到最佳信号。

- 确定两边天线的大致方向，螺丝先不要拧紧；（假定一边为天线 A，另一边为天线 B）先初步固定天线 A，再调节天线 B，水平转动天线，根据设备面板上的指示灯显示情况，找到最佳接收位置；保持该最佳接收位置不动，再调天线 A，反复调整天线，直至三个信号质量灯亮，使设备的信号质量得到最佳为止。
- 台式机的无线开启。所有自带无线网卡的计算机都有两个无线管理工具，一个是 Windows XP 操作系统本身的无线管理工具，一个是台式机厂商提供的管理工具，后者亦是在计算机出厂时已安装好了。台式机的无线开启可通过“开始”→“控制面板”→“网络连接”，右键单击“无线网络连接”，选择“查看可用的无线连接”。右键单击“无线网络连接”选择“属性”，进入“无线网络配置”单击“高级”，确认选择的无线工作模式是“任何可用的网络”。

第 8 章　无线网络组网解决方案

无线连接解决方案要重点注意的内容有：无线方案；无线连接解决方案；户外无线连接；天线、馈线和避雷器额外费用。

8.1 无线连接解决方案概述

如果一个家庭拥有几台计算机，就需要用家庭局域网实现移动宽带上网；或者对 SOHO 一族，需要解决在家庭用局域网办公的问题。

现在，在很多小区已经实现了宽带上网，可以将宽带城域网或者 ADSL、Cable Modem 的以太网线连接到家里。有什么方法能达到这样要求：既能让所有计算机互连；又能够使用宽带在网上冲浪；还能够在家中任何角落用计算机联网，并且不用重新布线。综合所有因素，选择只有无线局域网。

白领别墅业主对网络品质要求较高，特别对网络灵活性的需求（无线网络）较高，多台台式 PC、笔记本、PDA 以及其他终端需要互联、共享一个 Internet 账号，同时还要保护内网安全，防黑客攻击，避免受不健康内容侵害等。

对于中小企业，尤其是对那些只有少数员工的办公室或刚刚组建的公司，也面临如何为临时工作人员或在临时空间内提供网络服务，解决内部的网络化办公和互联网络的访问接入等问题。

中小企业处在不断的发展过程中，为适应市场的变化，经常对公司内部进行调整，人员增加和办公室工位变化使原有的布线接口不能满足调整后办公室的需要，而且公司工作方式发生变化，经常有临时人员在办公室处理业务。方案中通过 ADSL/Cable Modem 或者宽带城域网可以方便地使宽带接入互联网。有线用户可以继续使用有线网络互联，无线用户省去了烦杂的布线过程，也可以使宽带互联并能够移动使用。公司再增加人员就不会有网络信息点的限制了，只需一片无线网卡就可以灵活地将新增加人员连接到网络。无线用户除了可以享受到有线用户所有的服务以外，还能享受到有线所不能提供的网络服务，如移动办公。这样就大大提高了公司办公网络的灵活性，节约了开支降低了成本，进而提高了工作效率。

实现大中型企业的移动网络办公，使其能够自由调整网络结构和随意增加减少工位，提供随时随地的企业网络资源访问，提高办公的效率。

规模在 300~500 人的政府、科研及教育等单位的网络都可以作为大中型企业网。根据各种行业对网络的不同需求，其网络的规模、网络系统的复杂程度及其网络的应用程度都有所不同，但无外乎提供以下的功能：从简单的文件共享、办公自动化，到复杂的电子商

务、ERP 等。传统的有线网络已经不能很好的满足企业日益发展的需要。比如，移动化的网络办公。

无线局域网技术的快速发展正在逐渐地弥补有线网络所不能做到的功能。采用无线的技术，再加上少量的布线，根据建筑的结构布置一定数量的 AP 即可实现台式机及移动用户的以太网服务。

- “热点”是指提供无线局域网宽带接入（基于 802.11g 或基于 802.11n 技术）供临时用户高速、安全地访问 Internet 或采用 VPN 技术获取公司内部资源等的一些公共场所。如酒店大堂、机场候机厅、候车室、校区等等。
- 对用户：随时随地、永远在线。
- 对“热点”场所：提供更大的客户满意度、增加收入。
- 对运营商：增加新用户、扩大商机。
- 条件：移动设备的日益丰富。
- 关键：要有足够的内容、安全、高速。

公共访问无线解决方案是指针对于机场，车站，会议中心，酒店等公共区域提供无线宽带访问，在需要提供高性能，高扩展性 Internet 接入的同时，还要提供高安全性。该解决方案的拓扑结构类似于全国范围的远程拨号接入系统，无线访问点类似于远程拨号访问服务器。

在每个公共区域，按照用户规模摆放多台网桥，通过以太网可以直接上联宽带广域网，或通过宽带接入设备如 ADSL 上联广域网。每个公共区域配置一台本地认证服务器。

对于移动用户，建议配备具备 Wi-Fi 标准的无线网卡，同时支持 802.11x 应用，便于用户认证。如果用户的笔记本计算机只有以太网卡，那么可以在公共区的某些地方摆放无线以太网客户端网桥，利用该网桥通过无线上网。

对于运营商来说，需要在覆盖的每个公共区域配置一台认证服务器，并在全国网络中心进行后台集中管理和维护。用户的认证可以在本地进行，也可以在全国网络中心进行，支持全国漫游。

8.1.1　无线连接的形式

户外无线连接主要有 3 种形式：

- 点对点连接。
- 多点之间的连接。
  - 异频多点连接。
  - 同频多点连接。
- 中继连接。
  - 跨越障碍物的连接。
  - 长距离连接。

1. 点对点连接架构

如图 8-1 所示为点对点连接。



图 8-1　点对点连接

在 A、B 两个有线局域网间，通过两台户外无线路由器及定向天线将它们连接在一起，实现两个有线局域网之间的资源共享。

2. 多点之间的连接架构

如图 8-2 所示为多点之间异频多点连接。

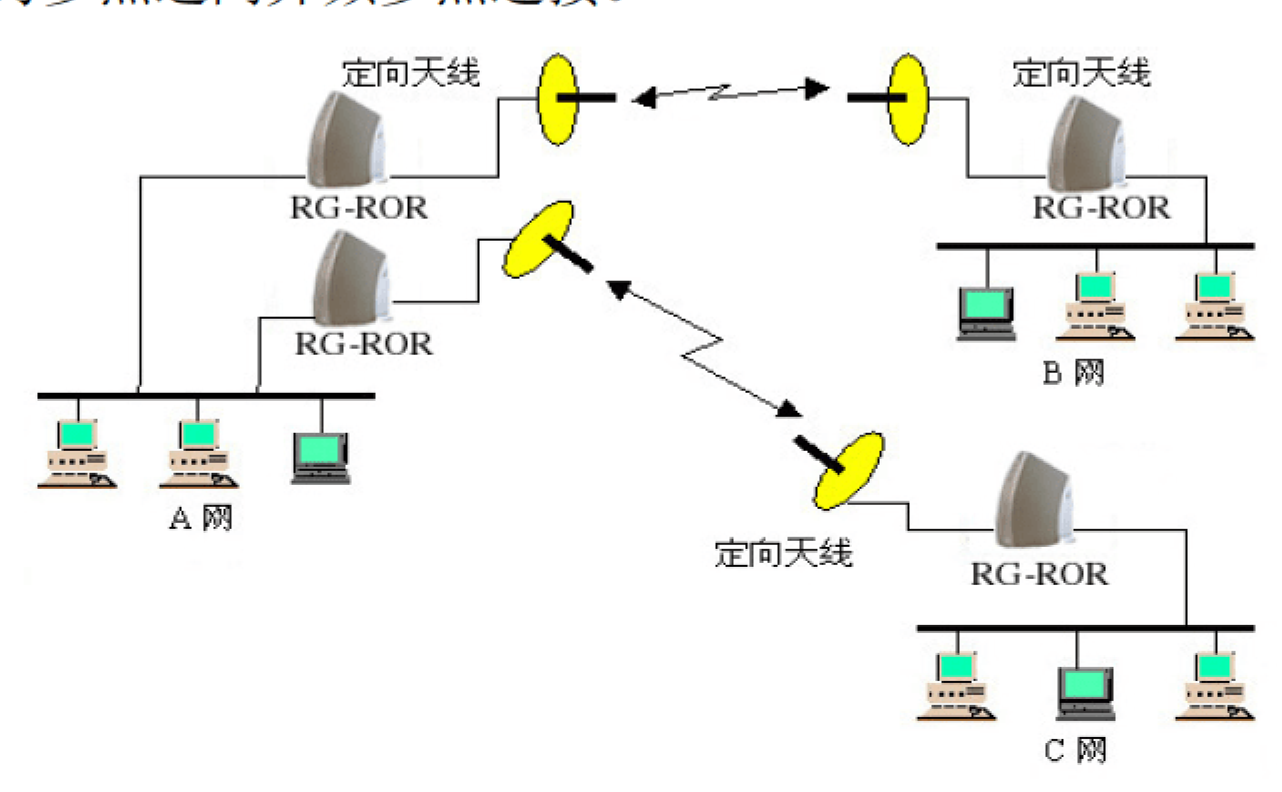


图 8-2　多点之间异频多点连接

A、B、C 网分别为 3 个有线局域网，A 网为中心点，外围有 B 网和 C 网，利用户外无线路由器及定向天线，让 A 网分别与 B 网和 C 网建立连接，实现各有线网之间的资源共享。

如图 8-3 所示为同频多点连接。

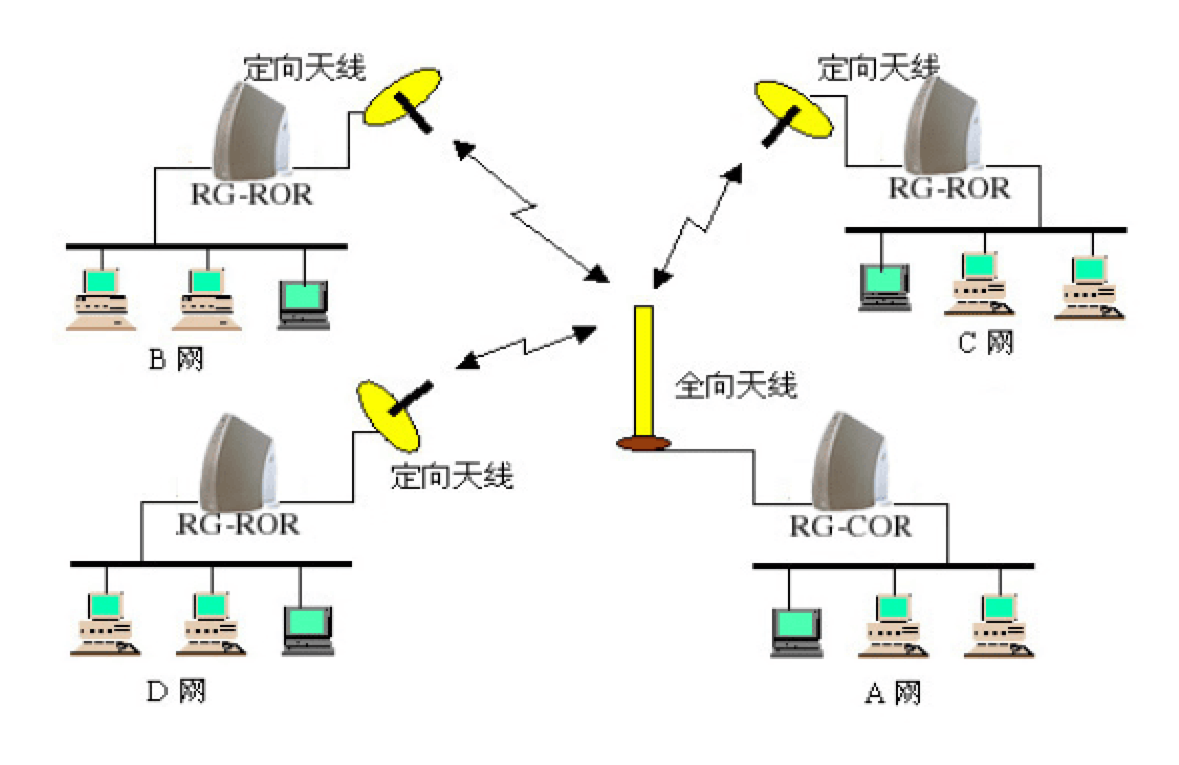


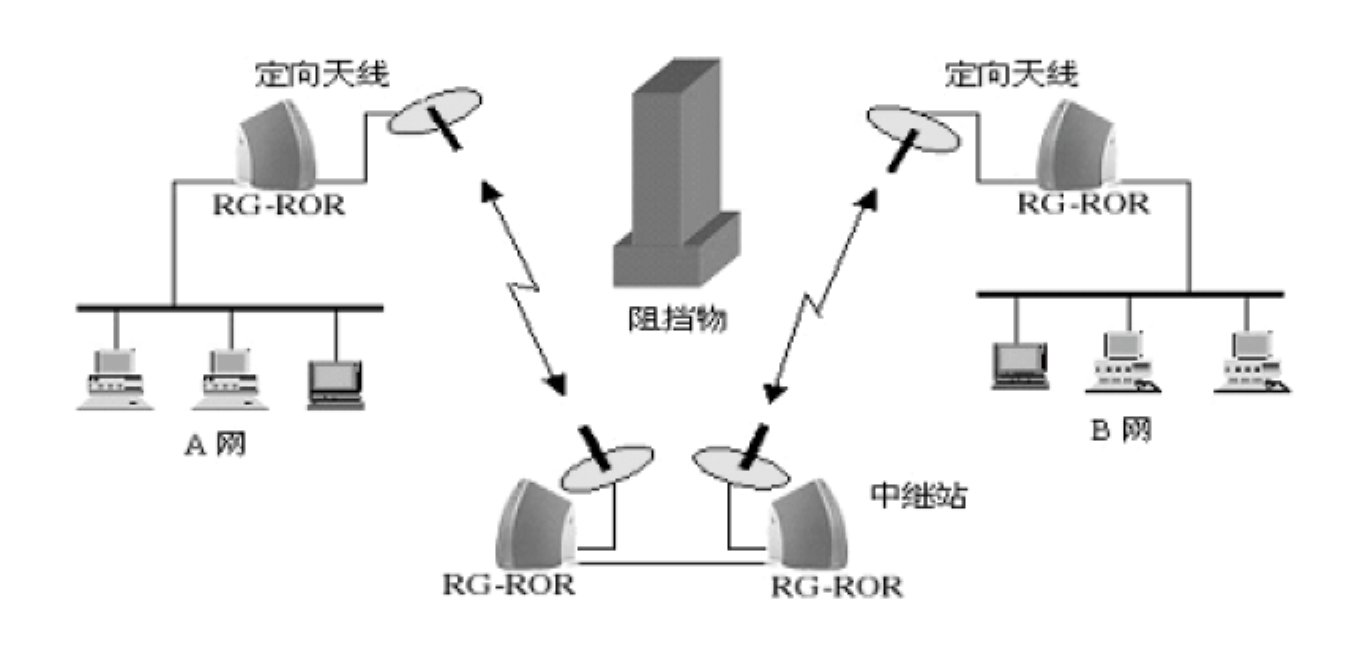
图 8-3　多点之间同频多点连接

A 有线网为中心点，外围有 B 网、C 网和 D 网。A 网分别以不同的频道以户外无线路由器与 B 网、C 网、D 网 3 网建立连接。其中 A 网采用全向天线，B 网、C 网、D 网采用定向天线。

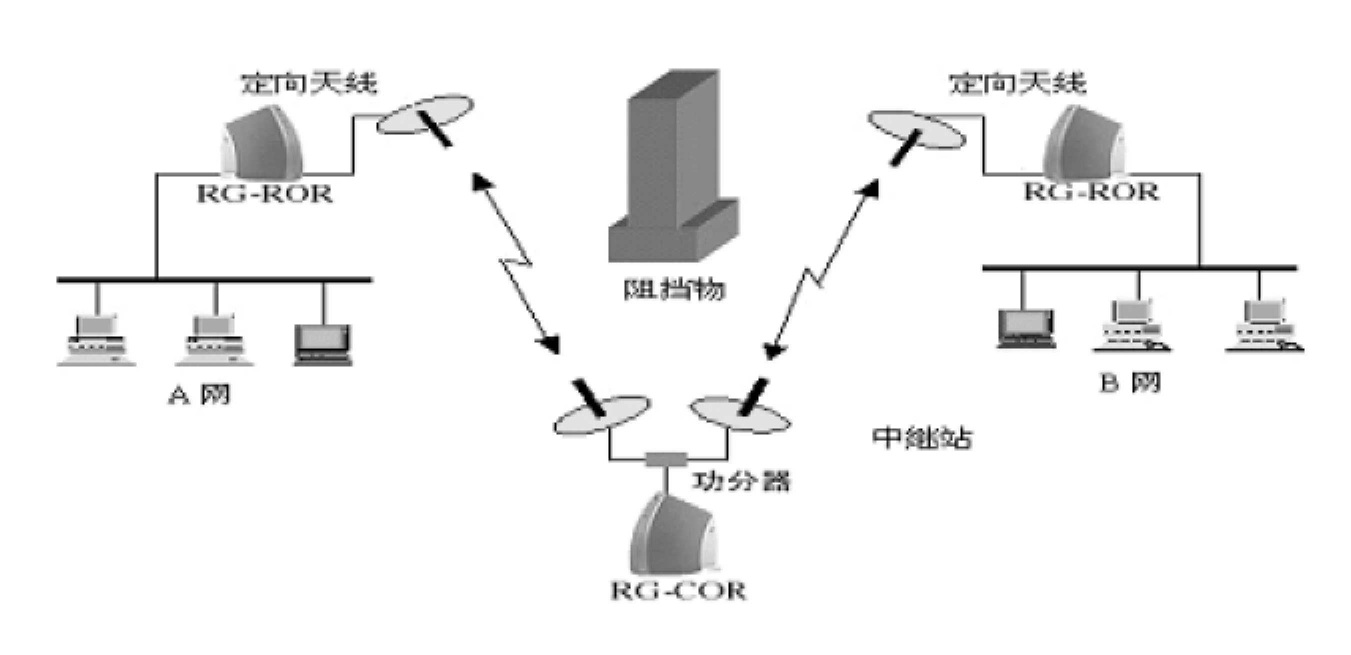
3. 中继连接

（1）跨越障碍物的连接

跨越障碍物的连接可以通过 RG-ROR 或 RG-COR 实现，如图 8-4 所示。



(a) 通过 RG-ROR



(b) 通过 RG-COR

图 8-4　跨越障碍物的中继连接

当需要连接的两个有线局域网之间有障碍物遮挡而不可视时，可以考虑增加第三点连接的方案予以解决。在水平或垂直方向寻找一个能同时看到 A 网和 B 网的位置设置一个中继点，使 A 网和 B 网能通过中继点建立连接，目的是为了饶过障碍物。

（2）长距离连接

长距离中继连接示意图如图 8-5 所示。

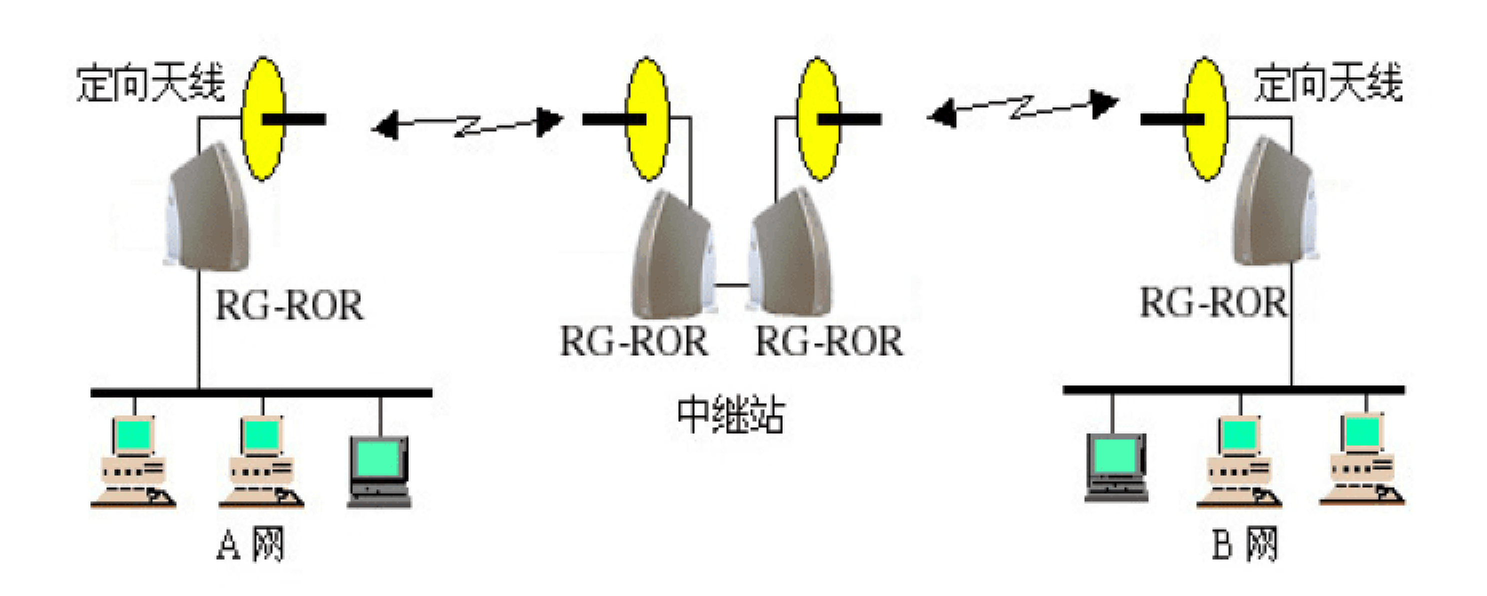


图 8-5　长距离的中继连接

当需要连接的两个有线网 A 网和 B 网距离较远，超过点对点连接所能达到的最大通信距离（50km）时，在 A 网和 B 网之间设置一个中继点，使 A 网和 B 网能通过中继点建立连接，目的是为了延长两个有线网的通信距离。

8.1.2　户外无线连接综述

户外无线连接每个点所应采用的设备如下所述。

（1）户外无线路由器：中心无线路由器 RG-COR 、远端无线路由器 RG-ROR。
（2）定向或全向天线：增益量根据实际距离而定。
（3）馈线：馈线长度根据实际情况定，建议不长于 8m。
（4）转接线。
（5）避雷器：避感应雷。
（6）功率放大器：根据实际距离而定，建议实际距离超过 5km。

8.1.3　天线、馈线和避雷器的综述

1. 天线

根据天线形式不同、馈线种类不同，天线与馈线的连接方式也不同。

室外天线通常安装在建筑物的顶部，容易感应雷击，如果没有保护措施在雷雨天气很容易烧毁设备，并带来危险。

（1）天线系统的主要指标

- 天线方位调整：在发信端发送标准电压，反复调整收发天线，使收信电压达到设计要求。
- 驻波比（S）：在全频段内，在微波机架顶测天馈线的驻波比不应大于 1.15。如不符合指标，要检查天馈线各接头是否匹配良好，馈线弯曲半径、扭转角度是否符合要求。
- 交叉极化去耦度（XPD）：这一指标对于同频异极化复用降低交叉极化干扰具有重要作用。测试中若指标不合格可调整收发两站天线馈源的极化方向。

- 馈线衰耗：每根馈线衰耗值不能高于设计值。若不合格应检查馈线有无碰撞受力变形，接头是否匹配良好。若施工时环境湿度过大，要检查馈线内是否严重受潮凝水。
- 充气气压：充气气压值为 1300Kpa，经 24 小时后不低于 1100 Kpa。否则要检查天馈线密封是否良好，充气机工作是否正常。

（2）天线的防雷与接地要求

1）天线的接闪器应设置专用雷电流引下线，材料宜采用 4×40 的镀锌扁钢。

2）基站同轴电缆天馈线的金属外护层，应在上部、下部和经走线架进机房入口处就近接地，在机房入口处的接地应就近与地网引出的接地线妥善连通。

3）同轴电缆天馈线进入机房后与通信设备连接处应安装馈线避雷器。以防来自天线引入的感应雷。

接地体宜采用热镀锌钢材，其规格要求如下：

- 钢管 Φ50mm，壁厚不应小于 3.5mm。
- 角钢不应小于 50mm×50mm×5mm。
- 扁钢不应小于 40mm×4mm。

4）在沿海盐碱腐蚀性较强或大地电阻率较高难以达到接地电阻要求的地区，接地体宜采用具有耐腐、保湿性能好的非金属接地体。

5）接地体之间所有焊接点，除浇注在混凝土中的以外，均应进行防腐处理。接地装置的焊接长度：扁钢应为宽度的 2 倍，圆钢应为其直径的 10 倍。

6）接地体的上端距地面不应小于 0.7m，在寒冷地区，接地体应埋设在冻土层以下。

2. 馈线

天线的馈线要采用金属屏蔽线或将馈线穿入金属管内引下，金属管要接地。馈线头的制作非常关键，馈线头安装应严格按照规范来制作，制作馈线接头时，馈线的内芯不得留有任何遗留物。接头必须紧固无松动、无划伤、无露铜、无变型。一般在检查馈线头安装时存在问题最多。

馈线的长度及布放允许余量为 3%，不宜过长，减小馈线带来的功率损耗。馈线的单次弯曲半径应＞30cm，馈线多次弯曲半径＞45cm；馈线在布放、拐弯时，弯曲度应圆滑、无硬弯。并避免接触到尖锐物体，防止划伤进水，造成故障；室外必须用黑扎带，室内必须用白扎带，绑扎时应整齐美观、工艺良好。

3. 天线、馈线和避雷器连接示意图

天线、馈线和避雷器的连接如图 8-6 所示。

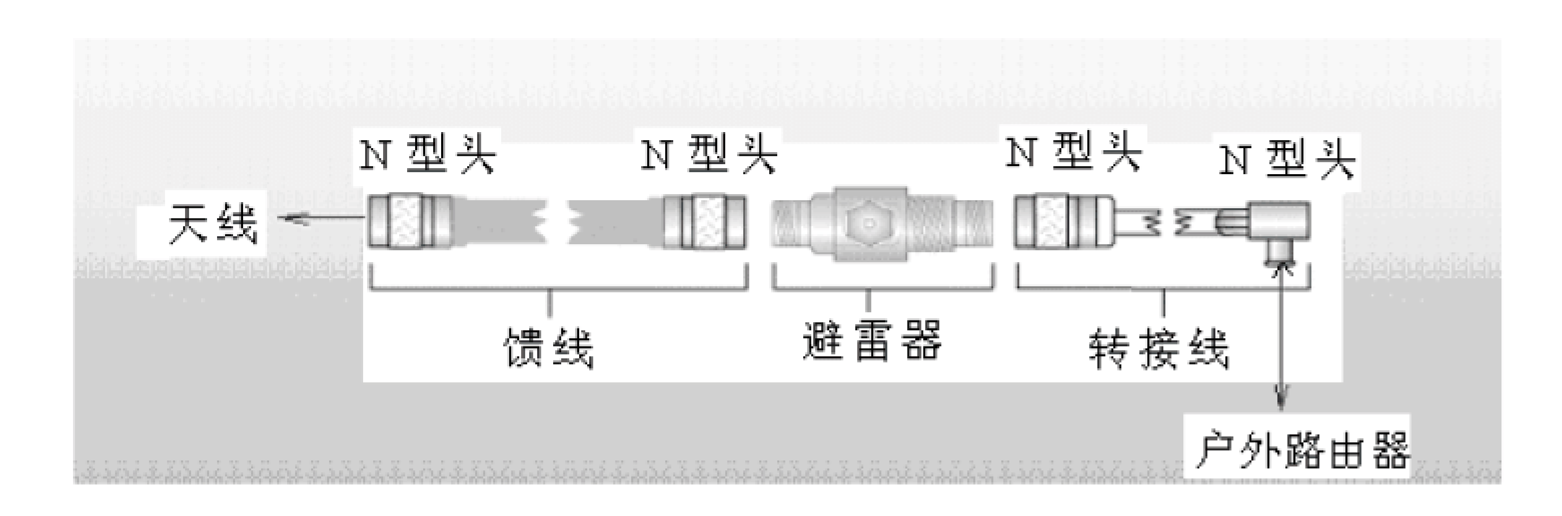


图 8-6　天线连接示意图

连接流程：户外路由器→N 型头→转接线→N 型头→避雷器→N 型头→馈线→N 型头→天线。

8.1.4　额外费用

（1）天线的架设。

（2）避雷装置。

（3）工程附件：接头、防水胶带、固定等以及安装调试费用。

（4）其他不可预知的。

8.2　朗讯无线联网方案

8.2.1　IEEE802.11 AP-AP 无线联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，将总局和十个分支局域网采用无线联网方式互联，建立数据链路，带宽为 10Mbps。

2. 环境描述

总局局域网位于中心，10 个分支局域网都与接入中心点可视，具体距离如图 8-7 所示。

如图 8-7 所示，每个分支局域网各用一台无线网桥 PLUS（WavePOINT II，DLUS）（10Mbps）通过馈线连接到高增益定向天线上，总局有 5 台 10Mbps 无线网桥（PLUS）（10Mbps），每台通过两根馈线分别连接到两台高增益定向天线上。按照相应链路，分支网上的网桥与中心点上的网桥 PLUS 上的相应定向天线两两相对，共形成 10 个独享 10Mbps 的无线链路。无线网桥和无线网桥 PLUS 上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到相应本地网的 HUB 端口或路由器出口上。

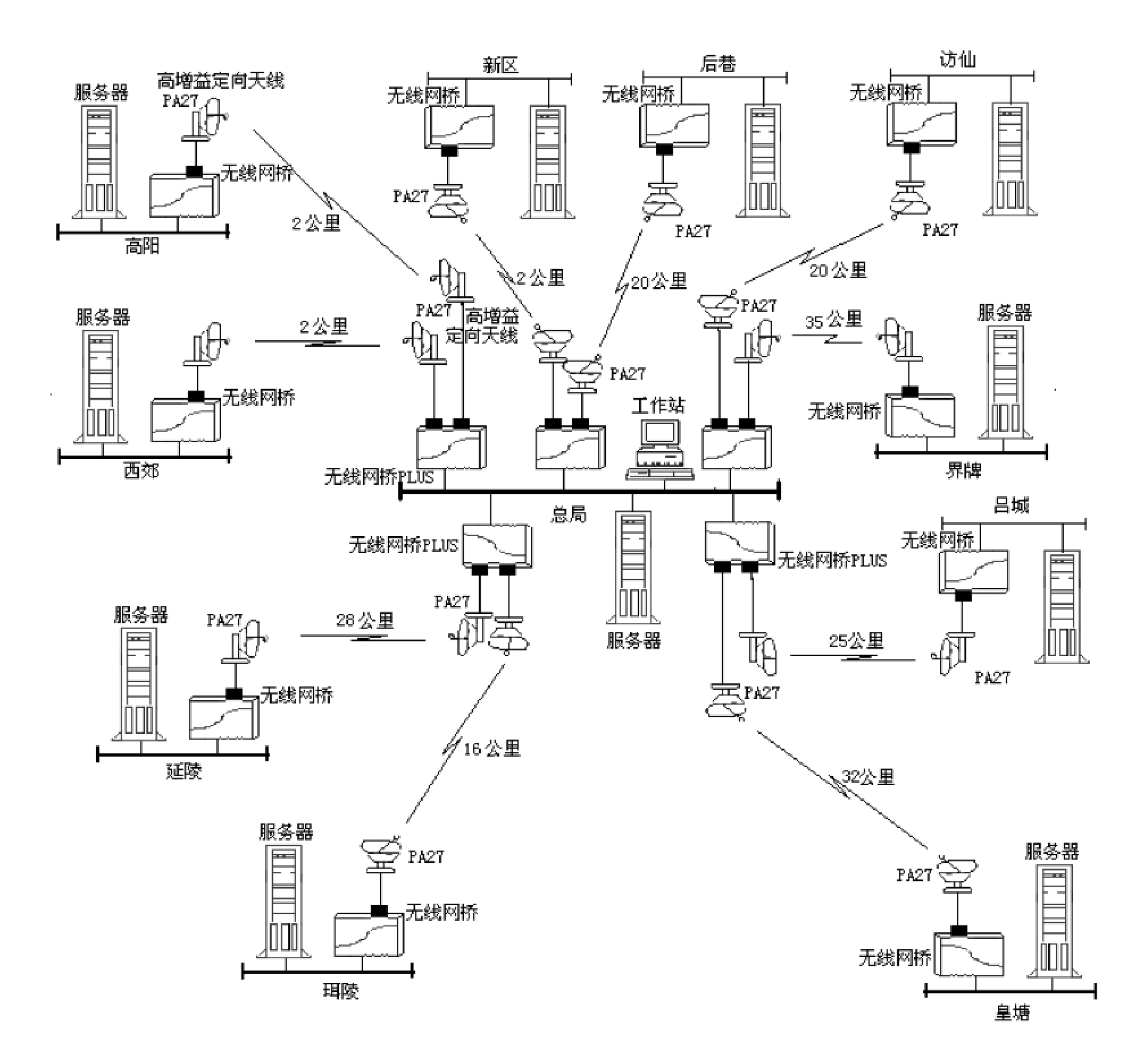


图 8-7　总局和 10 个分支局域网采用无线联网方案

在无线网桥多插一块 10Mbps 的无线网卡（WaveLAN/PcmCIA），就能形成两个无线链路，每个链路带宽 10Mbps。

3. 设备清单

1）无线网桥（WavePOINT II）（10M），10 台。

2）无线网桥 PLUS（WavePOINT II PLUS）（10M），5 台。

3）高增益定向天线（PA27），20 个。

4）转接缆，20 根。

5）馈线，按实际发生额。

8.2.2　IEEE802.11 AP-EC 无线联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，将总局和 10 个分支局域网采用无线联网方式互联，建立数据链路，带宽为 10Mbps。

2. 环境描述

总局局域网位于中心，10 个分支局域网都与接入中心点可视，具体距离如图 8-8 所示。

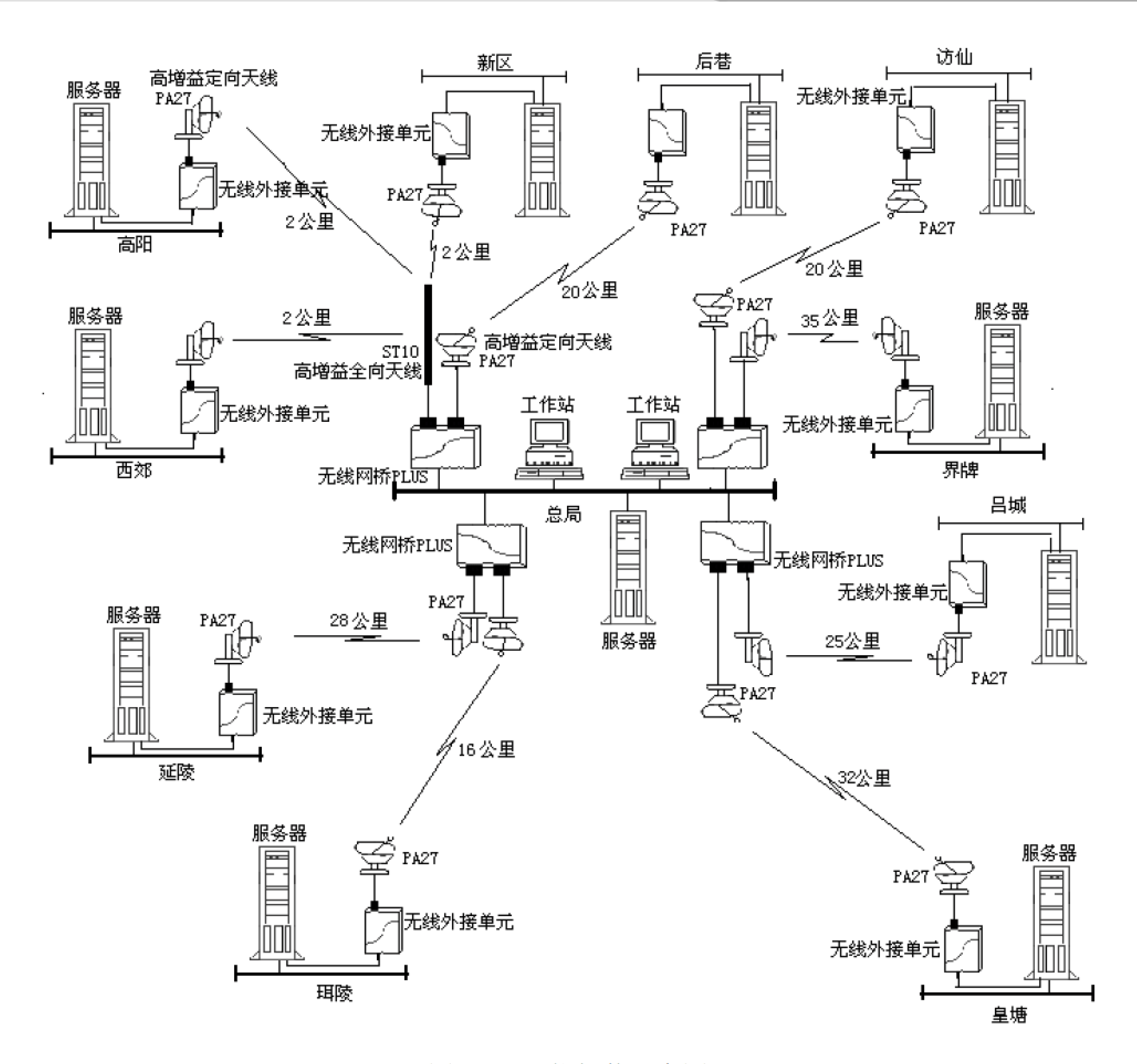


图 8-8　网络拓扑示意图

如图 8-8 所示，每个分支局域网各用一台无线外接单元（WaveLAN/EC）（10M）通过馈线连接到高增益定向天线上，总局有 4 台无线网桥 PLUS（WavePOINT II PLUS）（10M），其中一台通过两根馈线分别连接到一台高增益全向天线上和一台高增益定向天线上。西郊、高阳和新区 3 个分支网上的定向天线对向总局的全向天线，其余分支网的定向天线按照相应链路与总局的相应定向天线两两相对，共形成一个共享 10 M 无线链路和七个独享 10M 无线链路。无线外接单元和无线网桥 PLUS（10M）上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到相应本地网的 HUB 端口或路由器出口上。

在无线网桥（WavePOINT II）（10M）多插一块 10M 的无线网卡（WaveLAN/PcmCIA），就能形成两个无线链路，每个链路带宽 10Mbps。

3. 设备清单

1）无线外接单元（WaveLAN/EC）（10M），10 个。

2）无线网桥 PLUS（WavePOINT II PLUS）（10M），4 台。

3）高增益全向天线（ST10），1 个。

4）高增益定向天线（PA27），17 个。

5）转接缆：18 根。

6）馈线：Φ7，Φ9，Φ15。

8.2.3 IEEE802.11 无线联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，同一城市某银行的支行和营业所之间，要求同时传送数据、语音（电话）、视频信息（主要为监控信息），其中营业部有内部总机，视频信号为摄像机的黑白信号，传送要求达到 25 帧/秒。

2. 环境描述

营业所和支行都在市区，两网之间可视，如图 8-9 所示。



图 8-9　网络拓扑示意图

采用无线局域网达到数据链路的无线连接，是性能价格比较高的方案。

这就需要把待传输信号压缩成数字信号，建立数据链路，网络协议为 TCP/IP。

如图 8-9 所示，支行局域网用一台无线网桥（WavePOINT II）通过馈线连接到高增益定向天线上，营业所用一个无线外接单元（WaveLAN/EC）也通过馈线连接到高增益定向天线上，两个高增益定向天线相对。无线网桥上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到支行局域网的 HUB 端口上；无线外接单元的 RJ45 双绞线接口，可连接到营业所局域网的服务器或工作站的网卡上。

3. 设备清单

1）无线网桥（WavePOINT II）（10M），1 台。

2）无线外接单元（WaveLAN/EC）（10M），1 个。

3）高增益定向天线（PA22），2 个。

4）转接缆（PigTail Cable），2 根。

5）馈线：Φ7，Φ9，Φ15。

8.2.4　IEEE802.11 两分支网联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，两个分支网互联，建立无线链路，网络支持 TCP/IP 协议，带宽 10Mbps，由于两点不可视，必须架设双方可视的中继点。

2. 环境描述

两网位于同城，分支网与中继点都可视，传输距离分别在 1km 以内。如图 8-10 所示。

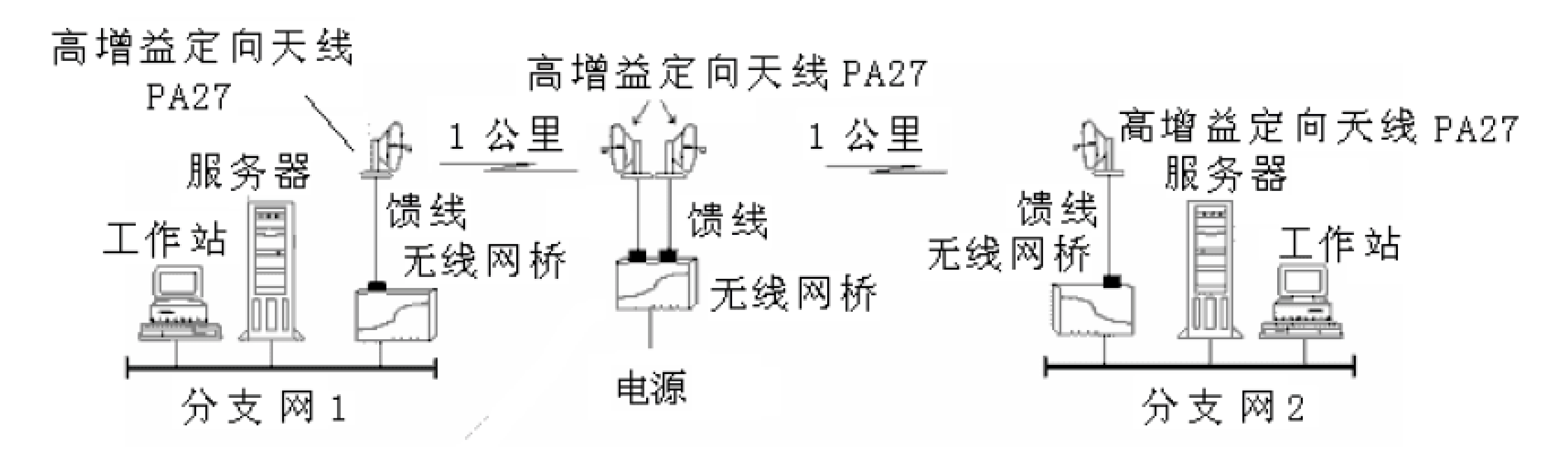


图 8-10　两分支网互联拓扑示意图

如图 8-10 所示，中继点用一台 10M 无线网桥 PLUS 通过馈线连接到两个高增益定向天线上，分支局域网各用一台 10M 无线网桥通过馈线连接到高增益定向天线上，两个天线分别按相应链路与中心网的相应天线两两相对。无线网桥 PLUS 及无线网桥上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到相应局域网的 HUB 端口上。

3. 设备

1）无线网桥 PLUS（WavePOINT II PLUS）（10M），1 台。

2）无线网桥（WavePOINT II）（10M），2 台。

3）高增益定向天线（PA27），4 个。

4）转接缆（PigTail Cable），4 根。

5）馈线：Φ9，60m。

8.2.5　IEEE802.11 /11M 无线联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，采用无线联网方式，将中心点与其他 40 个点互联，带宽为 11Mbps。

2. 环境

中心点与各点分别可视，最远距离为 10km 左右，网络协议为 TCP/IP。如图 8-11 所示。

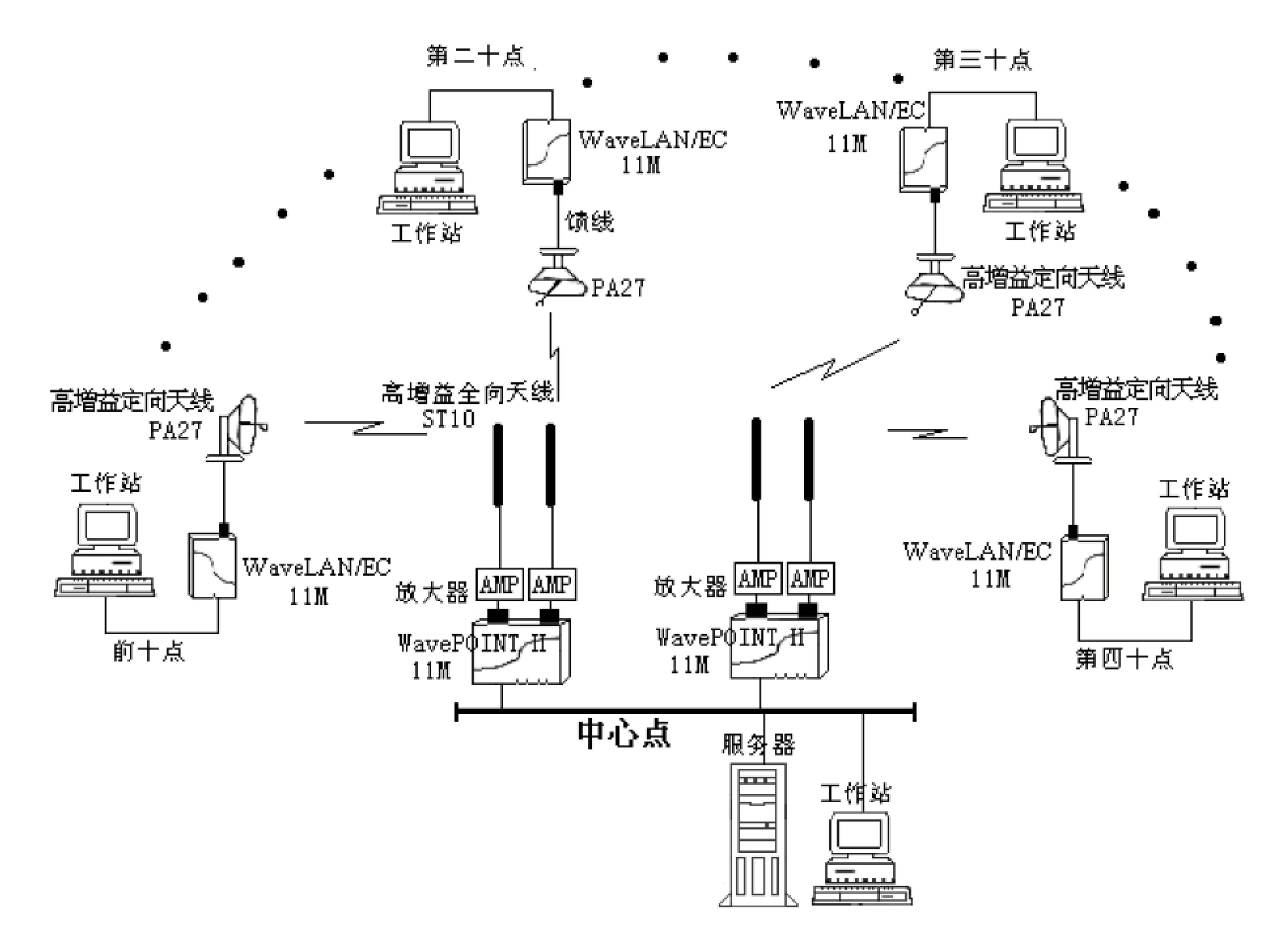


图 8-11　中心点与各点网络拓扑示意图

如图 8-11 所示，中心点用两台无线网桥连接，网桥有两个插口通过馈线连接到两个高增益全向天线（ST10）上，每个天线加一个双向增益放大器，其他各点用一个无线外接单元（WaveLAN/EC）连一个高增益定向天线（PA27），与中心点相对。无线网桥上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到相应本地网的 Hub 端口上。

3. 设备

1）无线网桥（WavePOINT II ）（11M），2 台。
2）无线网卡（WaveLAN Turbo/PcmCIA），2 个。
3）无线外接单元（WaveLAN/EC），40 个。
4）双向增益放大器（AMP），4 个。
5）高增益全向天线（ST10），4 个。
6）高增益定向天线（PA27），40 个。
7）转接缆，44 根。
8）1/2 电缆转接器，88 个。
9）1/2 电缆，按实际需要。

8.2.6　IEEE802.11 AP-AP 2M 无线联网方案

1. 目的与要求

根据用户要求，将总局和七个分支局域网采用无线联网方式互联，建立数据链路，每

条链路带宽为 11Mbps，总吞吐量为 55Mbps。

2. 环境

总局局域网位于中心，7 个分支局域网与接入中心点都可视，具体如图 8-12 所示。

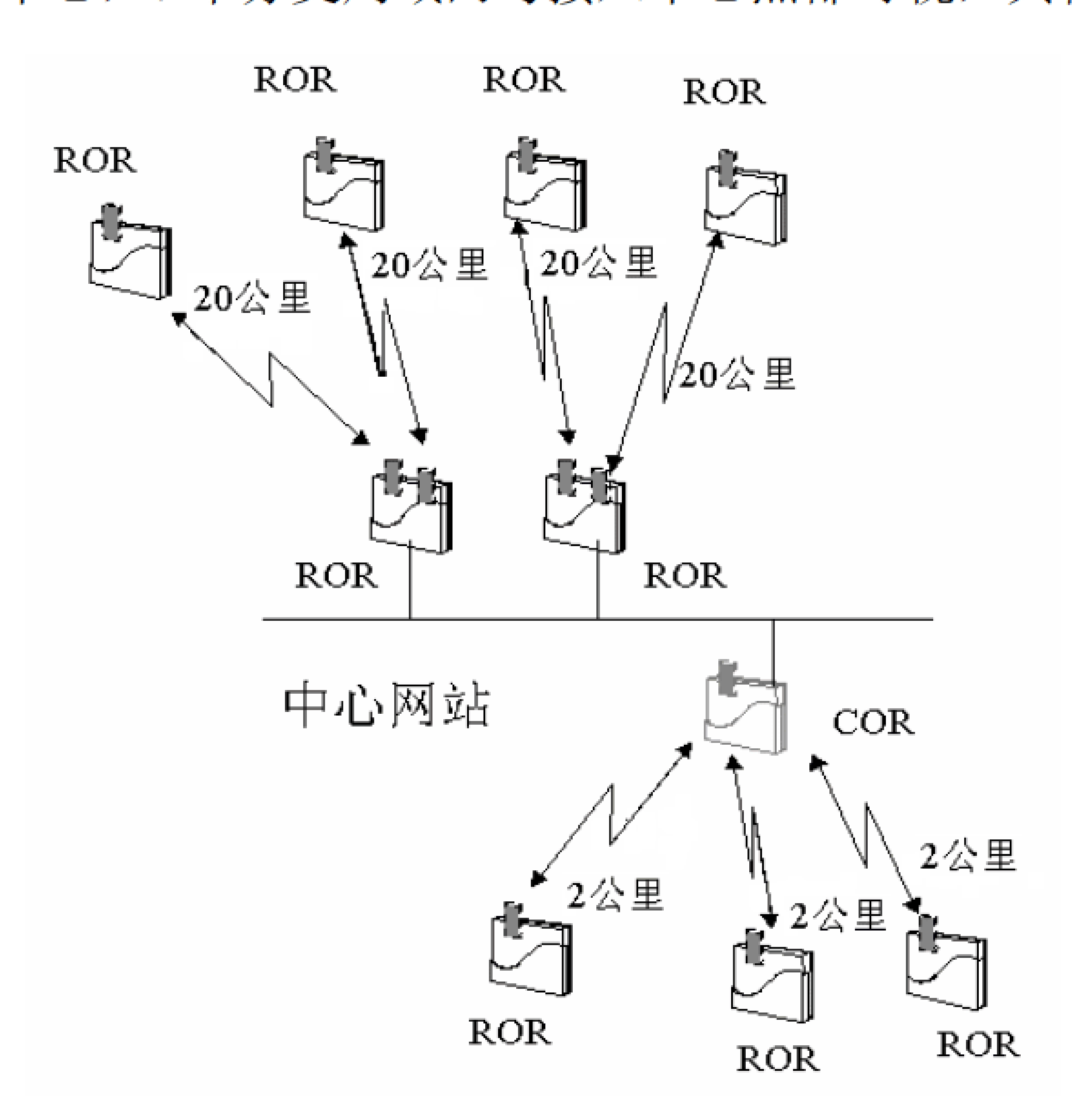


图 8-12　拓扑示意图

如图 8-13 所示，每个分支局域网各用一台无线路由器远端（ROR）（11M）通过馈线连接到高增益定向天线上，总局有两台 11M 无线路由器远端（ROR）PLUS，和一台无线路由器中央（COR）。

其中中心点 ROR 每台通过两根馈线分别连接到两台高增益定向天线（27db）上。按照相应链路，分支网上的 ROR 与中心点上的 ROR PLUS 上的相应定向天线两两相对，共形成四个独享 11M 无线链路。

中心点 COR 连接一个全向天线（12db）与分支点 ROR 连接，这 3 个点共享 11M 带宽，中心点对远端点的总吞吐量为 55Mbps。

无线路由器 COR 和 ROR 上有一个 RJ45 双绞线接口，可连接到相应本地网的 HUB 端口或交换机出口上。

无线路由器 ROR PLUS（11M）即在 ROR 上多插一块 11M 的无线网卡（WaveLAN/PcmCIA），这样，就能形成两个无线链路，每个链路带宽 11Mbps。

此方案可以提供高带宽，将来可以传输高可靠的视频，语音；由于采用无线路由器，还可以将各分支网隔离，实现高速率的广域网连接。

3. 设备

产品名称	单位	单价	数量	总价
COR	台		1	
ROR PLUS	台		2	
ROR	台		7	
转接缆	条		12	
避雷器	个		12	
馈线连接器	个		24	
馈线	m		200	
防水胶	套		2	
27db 定向天线	个		8	
24db 定向天线	个		3	
12db 全向天线	个		1	
			合计	

4. WaveLAN 的产品

1）速率高：现已推出 2M、11M、25M、54M、100M 以上的无线网络产品。

2）传输距离远：直序扩跳频产品在传输距离上有很大的差距，由于跳频产品每秒要进行 50~100 次的频率变换，而每次改变都要等待对方认可的反馈信息，因而系统开销很大，如果距离远，反馈信息时间加长，超过系统规定的等待时间，系统会认为信息丢失，则反复重发，因此系统效率大为降低，直扩产品不存在这个问题。

3）抗干扰性强：WaveLAN 真正采用了抗干扰技术，而不是象跳频产品那样被动的躲避干扰，这在日益复杂的微波环境中优势非常明显。比如，所处的区域整个频段都有无线网络设备在使用，即整个频段都有干扰，跳频产品就躲不掉干扰，效率会明显降低，这时 WaveLAN 抗干扰性的优点就突出地表现出来。

4）保密性好：直序扩频本身就有很好的保密性，这也是直扩技术一直用于军事通讯上的原因。WaveLAN 在此基础上还增加了一套独有的硬件和软件安全机制（用户可自行设置），使 WaveLAN 成为目前公认的保密性最好的无线网络产品。

5）升级方便，节省开支：朗讯公司已将 WaveLAN 产品系列化、标准化，以后产品升级只需更换核心部件——即插式 PcmCIA 无线网卡，其他硬件仍可使用，换下来的网卡也可做其他用途，这样用户升级既方便又省钱。

6）环保：WaveLAN 采用欧洲环保标准，由最初 100mW 的输出功率降至现在 35mW，再把其扩展到 22 MHz 带宽上，每点频率上的功率很低，因此辐射很小，而在功率降低的同时，贝尔实验室采用最先的进技术将其接收灵敏度大幅提高，因而传输距离比以前更远。而跳频在每点上都是 100 mW 功率，不利于环保。

8.3 某公司无线联网方案

1. 点——点方式

- 把一个远程站点联入 LAN。
- 把两个 LAN 相联。

如果是两个 LAN 相联，则在两个 LAN 中分别接入无线路由器或无线网桥；如一边是单机，则在其机内插入无线网卡即可。这种方式的一种扩展是在两点间如距离过远或有遮档时，在中间增加了一个无线路由器来做中继。网络的设置也作相应变动。

点—点的方式如图 8-14 所示。

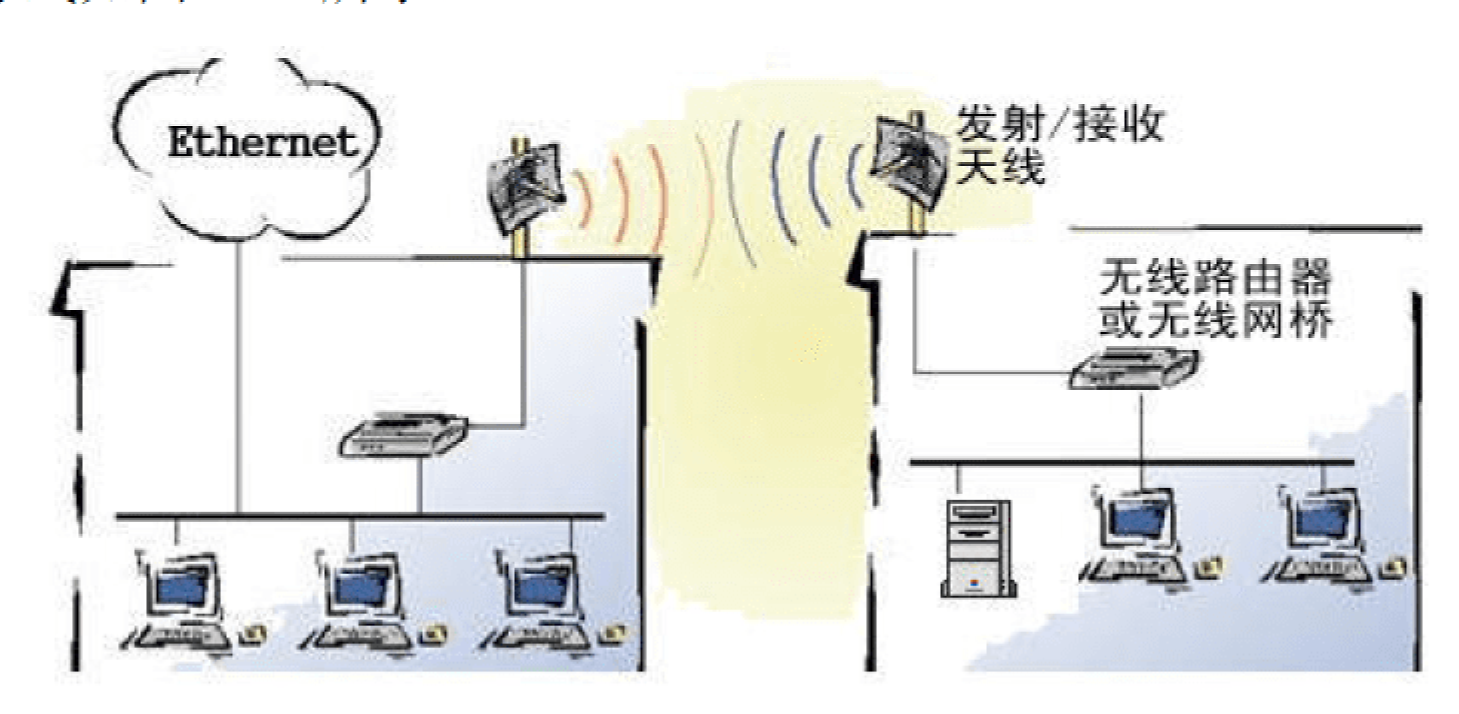


图 8-13　点——点的方式

2. 点——多点的方式

- 适用于把几个远程站点联入中心 LAN。
- 在几个 LAN 分别接入无线路由器或无线网桥。

如一边是单机，则在其机内插入无线网卡。这种方式的扩展是在两点间如距离过远或有遮档时，在中间增加了一个无线路由器来做中继。点—多点的方式如图 8-15 所示。

3. 蜂窝的方式

这种结构采用移动蜂窝通信网接入方式，各移动站点间先通过就近的无线接收站（访问节点 AP）将信息接收下来，然后将收到的信息通过有线网传入到"移动交换中心"，再由移动交换中心传送到所有无线接收站上。这时在网络覆盖范围内的任何地方都可以接收到该信号，并可实现漫游通信。

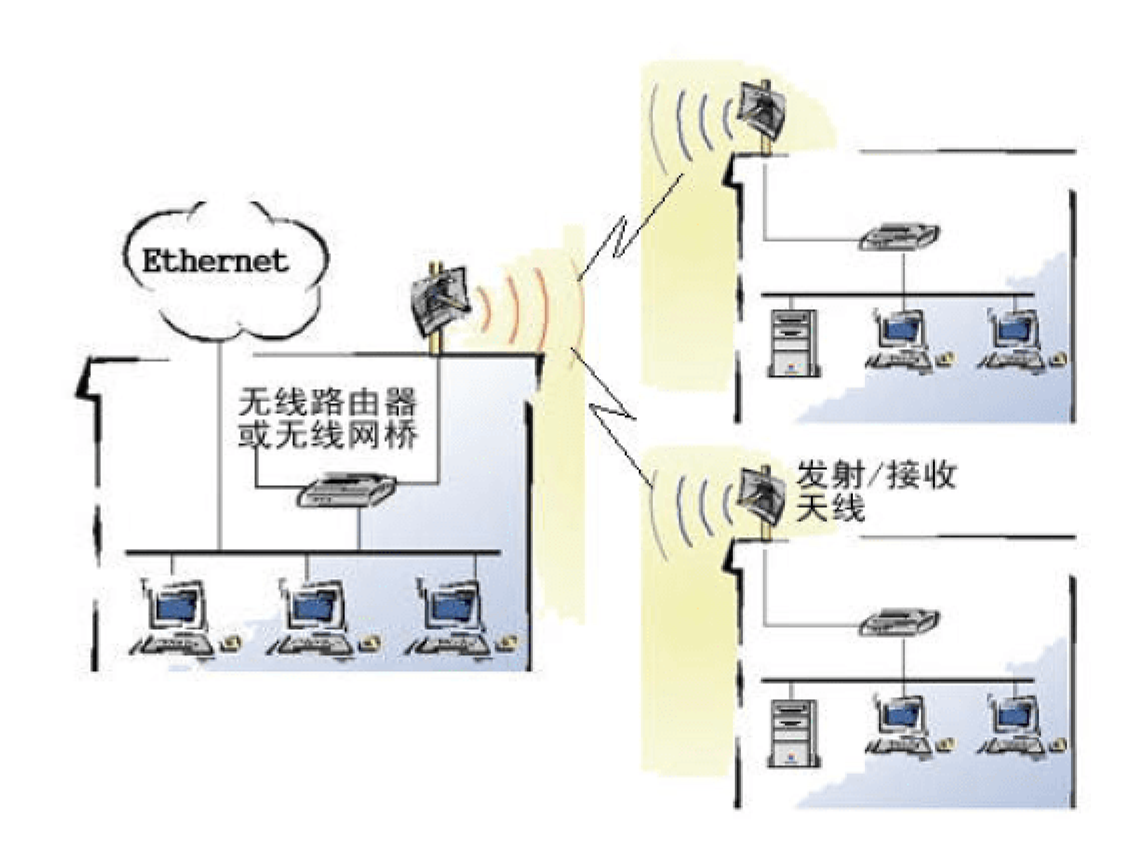


图 8-14　点——多点的方式

8.3.1　室内系列

1. HUB 接入的方式

在有线局域网中利用 HUB 可组建星型网络结构。同样也可利用无线 AP 组建星型结构的无线局域网，其工作方式和有线星型结构很相似。但在无线局域网中一般要求无线 AP 应具有简单的网内交换功能。HUB 接入的方式如图 8-15 所示。

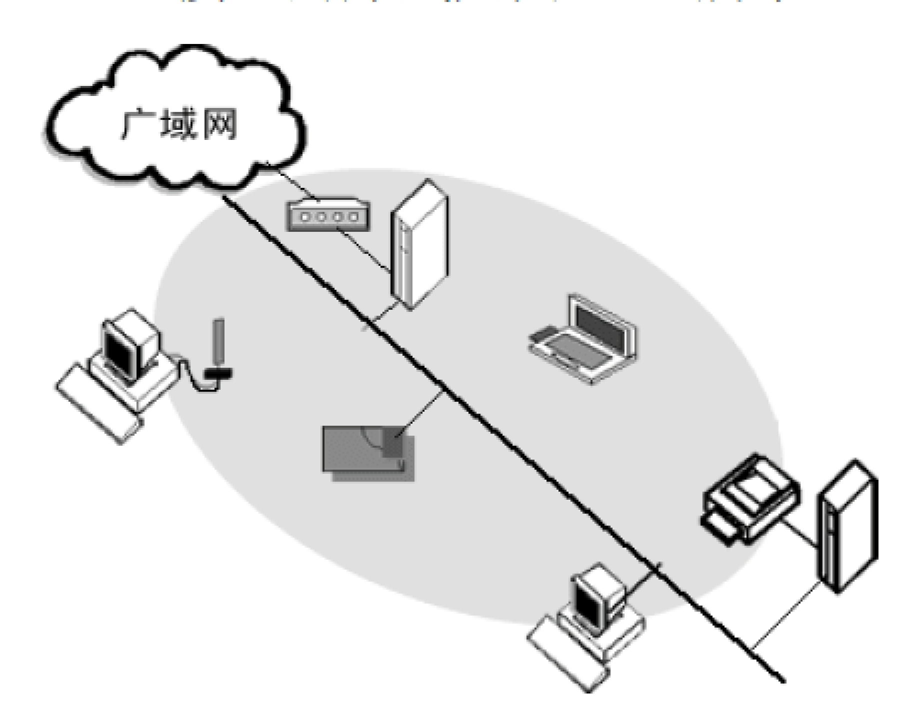


图 8-15　HUB 接入的方式

2. 无中心型的方式

该结构的工作原理类似于有线对等网的工作方式。它要求网中任意两个站点间均能直接进行信息交换。每个站点既是工作站，也是服务器。无中心型的方式如图 8-16 所示。

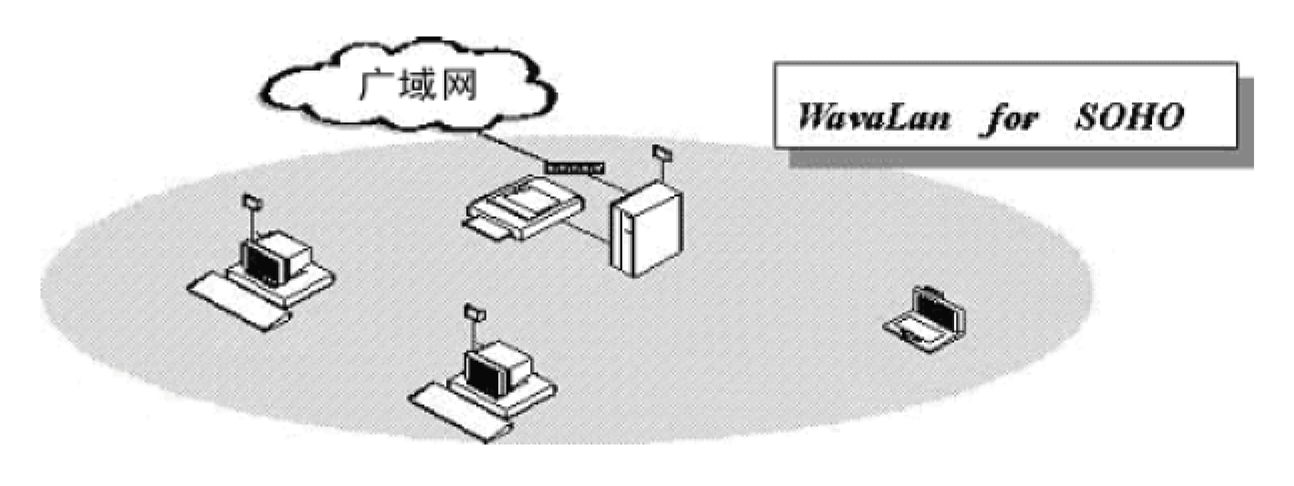


图 8-16　无中心型的方式

8.3.2　无线组网安全性能

在无线通信领域，安全性是人们一直关注的问题，安全包括：DSSS 扩频技术；在单个工作站一级实现访问控制；使用网络标识和基于 RC4 加密技术的可选加密机制等。

1．无线扩频技术

扩频通信技术具有抗干扰性强、误码率低，能够工作于负信噪比的通信条件下，抗多径干扰能力强，再加上无线产品的信号发射功率极低，易于同频使用，不易受外界信号的干扰。

2．选择不同的运作频道

无线产品有 3~5 个完全独立的运作频道，通过特定软件可设置 12~80 个部分重叠的频道，用户根据自己的实际运作情况来选择不同的频道，从而隔开来自其他频道用户的干扰。

3．用户的识别 ID

为产品设置唯一的 ID 号，在无线局域网络里，所有接入该网络的用户设备的 ID 号码都保存在数据库中，只有数据库中的用户才可以接入该网络。

4．发射功率小

WaveLAN 本身的发射功率很小，小于 35mW，而且还被扩展到 22MHz 带宽，一方面，平均能量很低（15dBm），信号在很宽的频带上被扩展，则单位带宽上的功率很小，即信号功率谱密度很低。信号淹没在白噪声之中，很难被发现，再加上不知扩频编码，就更难拾取有用信号。而极低的功率谱密度，也很少对其他电讯设备构成干扰。另一方面，不存在频率单一的载波，因此很难被扫描跟踪，这也是此项技术一直用于军事上的原因。

5．软件保护

在软件上，还采用了域名控制、访问权限控制和协议过滤等多重安全机制；并且在有线同等保密（WEP）方面，对于特殊用户，可选以下附件：基于 RC4 加密（1988RSA 运算法则）和密码（40 位加密钥匙）。

8.3.3　无线联网和有线联网的比较

无线联网自从其诞生以来发展非常迅速，它凭其低廉的运行费用、方便的使用方法和高的可靠性，在城域网的互联中很快的奠定了其主力地位。无线联网和有线联网简单对比如表 8-1 所示。

表 8-1　无线联网和有线联网简单对比表

	有线联网	无线联网
安装	线路铺设受地理环境限制，施工周期长、费用高	线路铺设不受地理环境限制，施工周期短、费用低
可扩展性	不易扩展扩展时需重新布线	扩展性能好扩展时不须改变原有设备
运营费用	高	低
支持移动	不支持	支持

DDN 与无线简单对比如表 8-2 所示。

表 8-2　DDN 与无线简单对比表

	有线联网	无线联网
传输速率	一般为 64K、或 128K	1~3M 或 11M 甚至更高
费用	初装费（2 万元左右）+租金（按 5 年计）约为 10 万元左右。	一次性投资，各点约在 2~3 万元左右，且无累积费用。
灵活性	灵活性差，如更换办公楼或办公地点迁址，须重新租用专线，交纳初装费。	灵活性好，如更换办公楼或办公地点迁址，只须将无线设备移至新的地点即可，无须额外费用。
线路归属	电信	自有
误码率	≤10^{-6}	≤10^{-9}
扩展性	扩展性差。如从 64K 升至 128K 或 256K 或更高速率，则需重新交纳初装费、Modem 费用。并且，原有 64K Modem 作废。	扩展性强。一次性速率在 2M 左右，满足扩展需要，如办公自动化，会议电视，IP 电话等。

通过表 8-1 表 8-2 的对比分析，不难看出，无线联网从其自身的特点来说，对于有线联网不易通达的地区，如乡村、岛屿、山地等有着成本较低、安装方便、通信质量好、维护简单等优势。

8.4　网件无线网解决方案

8.4.1　临时性现场无线网络解决方案

1. 需求分析

工作中经常会有这样的需求，需要组建临时的计算机网络。比如说，有些项目组需要封闭开发，有些野外工作队需要对现场数据进行联网测试或计算等等。这些网络的应用一般说都是暂时的。

2. 解决方案

通过无线网卡或无线的接入器临时组建无线的局域网，达到随时随地组建网络的目的。临时组建的无线局域网架构示意图如图 8-17 所示。

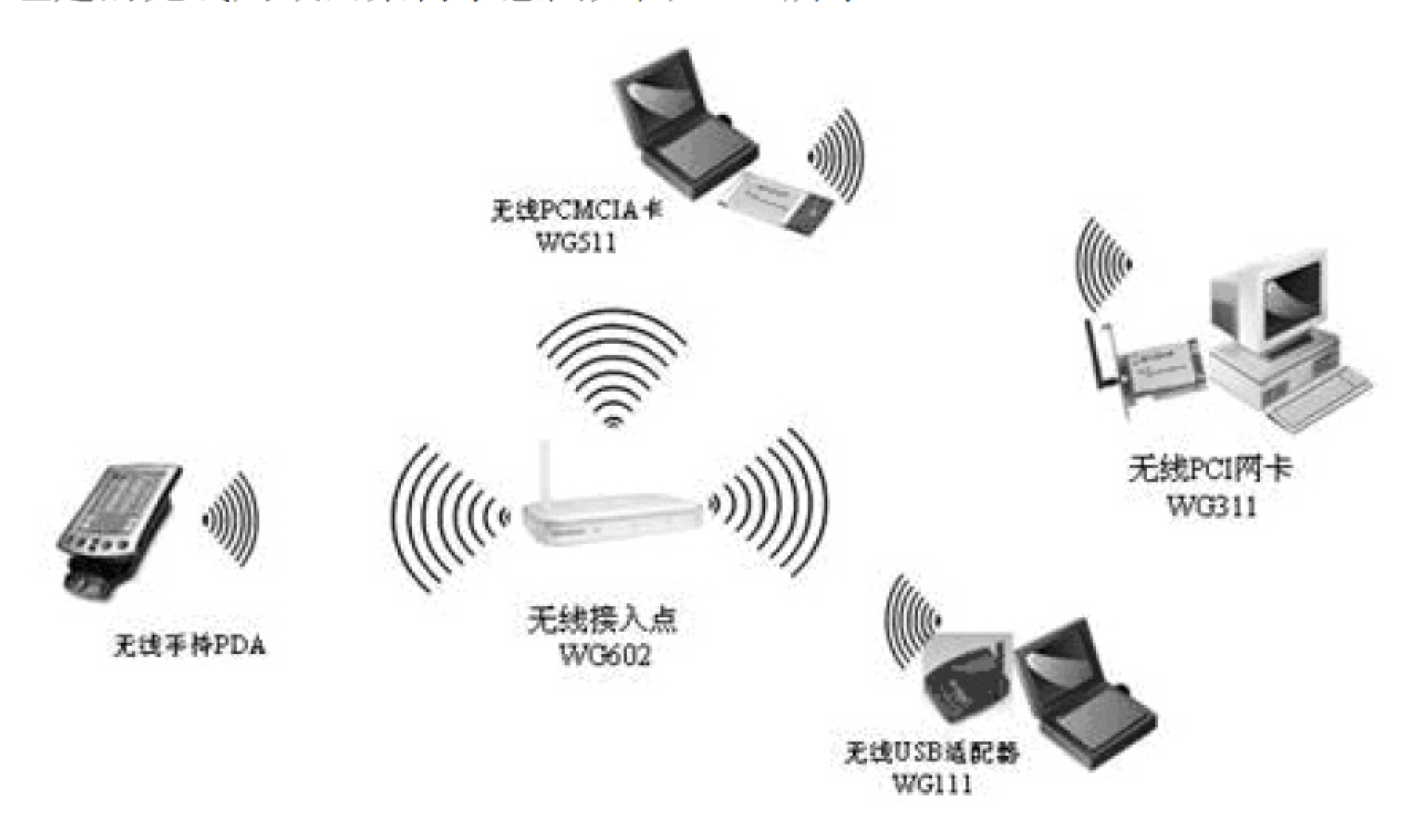


图 8-17　临时组建的无线局域网架构示意图

8.4.2　家庭（SOHO 一族）无线网络解决方案

1. 需求分析

当家庭拥有几台计算机时，需要用家庭局域网实现移动宽带上网，对于 SOHO 一族，可通过家庭局域网解决在家办公的问题。

2. 解决方案

家庭无线局域网架构示意图如图 8-18 所示。



图 8-18　家庭无线局域网架构示意图

3. 可选产品

- 无线宽带路由器可选：KWGR614，WGR614，WGT624，WPN824，WPNT 834，WNR834B，WNR834M，WNR854T。
- 无线网卡可选：WG111，WG311，WG511，WG111T，WG311T，WG511T。

8.4.3 中小型办公室无线网络解决方案

1. 需求分析

对于中小企业来说，尤其是对于那些只有少数员工的办公室、或刚刚组建的公司，需要解决内部的网络化办公和互联网络的访问接入问题。

2. 解决方案

中小企业解决方案如图 8-19 所示。

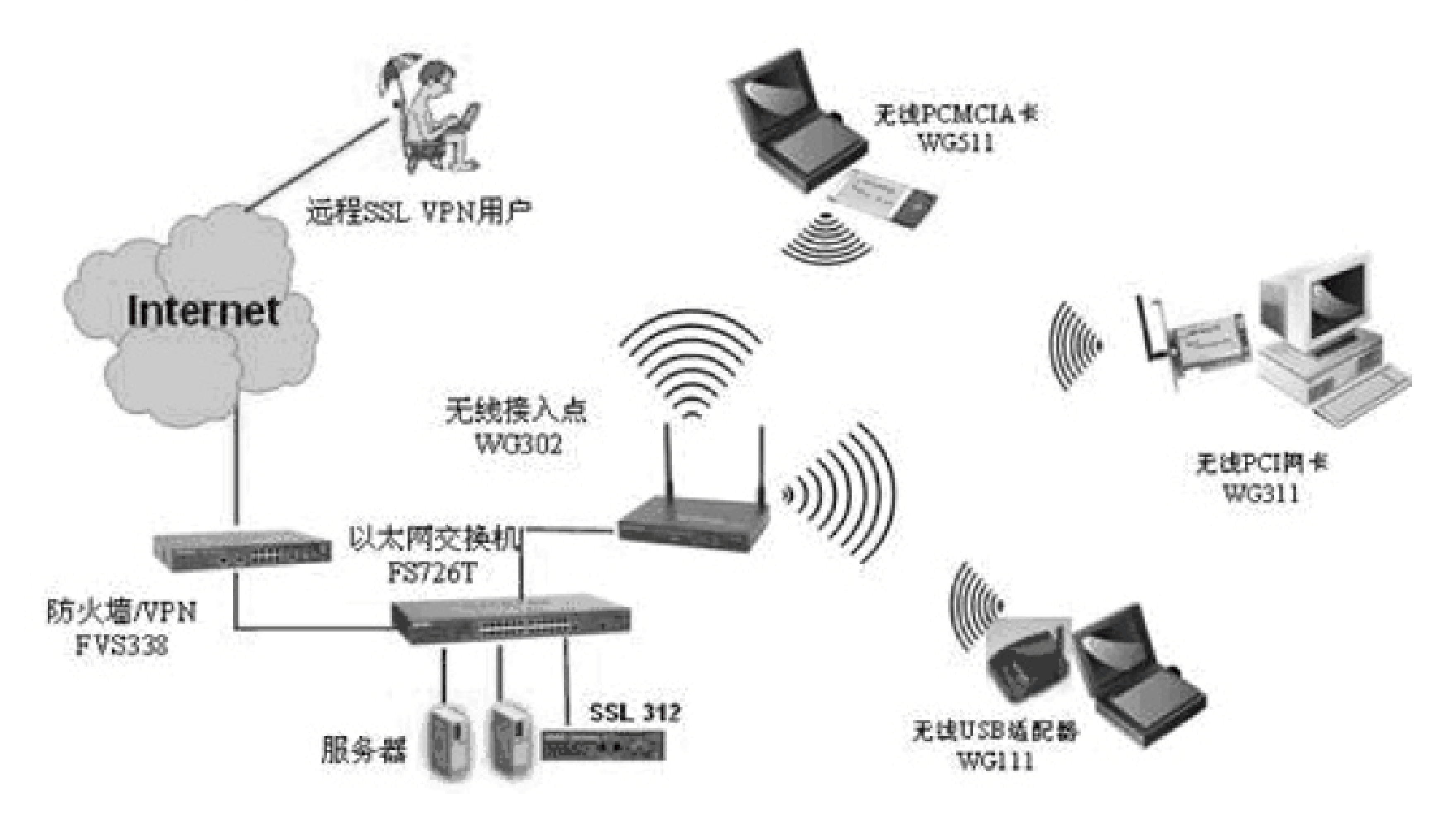


图 8-19 中小企业解决方案

3. 可选产品

- 可选无线 AP：WG102，WG302 ，WAG102，WAG302。
- 可选防火墙/Vpn 设备：FVS124G，FVS318，FVS338，FVX538，SSL312。
- 可选无线网卡：WG111，WG311，WG511，WG111T，WG311T，WG511T。
- 可选交换机：FS726TP，FS750T2，FS728TS，FS752TS，FSM726。

第 9 章　无线网络故障诊断与排除

9.1 无线网络故障诊断与排除方法

在无线上网的过程中，常常会遭遇到各式各样的网络故障。当无线网络发生问题时，应该首先从 5 个关键问题进行排错。

1. 连接线路只发不收的故障问题

排查连接线路，只发不收是无线网络单向通信的问题。

- 查看线路是否处于连通状态。要确定无法连接网络问题的原因，首先需要检测网络环境中的计算机是否能正常连接无线接入点。
- 打开 IE 浏览器，并在弹出的浏览窗口地址栏中输入路由器默认使用的 IP 地址，利用 Ping 命令察看它的连接性。
- 如果无线接入点响应了这个 Ping 命令，那么证明有线网络中的计算机可以正常连接到无线接入点。
- 如果无线接入点没有响应，有可能是计算机与无线接入点间的无线连接出现问题，或者是无线接入点本身出现了故障。
- 要是目标地址无法被 Ping 通的话，那说明路由器内部的部分参数可能没有设置正确，必须对路由器内部的配置参数进行逐一检查。

在确认路由器内部配置参数都正确的前提下，重点检查一下本地工作站的 DNS 参数以及网关参数设置是否正确。

在确认路由器内部配置参数正确后，进入到路由器后台管理界面，检查 NAT 方面的参数设置选项，并检查该选项配置是否正确，重点要检查一下其中的 NAT 地址转换表中是否有内部网络地址的转译条目，要是没有的话，那无线网络连接只发不收故障多半是由于 NAT 配置不当引起的，这时只要将内部网络地址的转译条目正确添加到 NAT 地址转换表中就可以了。

2. 间歇断网故障的问题

排查连接方式，解决间歇断网故障的问题。

在本地局域网通过无线路由器接入到 Internet 网络中的情形下，要是局域网中的工作站出现一会儿能正常上网、一会儿又不能正常上网的故障现象时：

- 首先要检查工作站与无线路由器之间的上网参数是否正确。
- 在上网参数正确基础上，应重点检查无线路由器的连接方式是否设置得当。
- 无线路由器设备使用是否为“按需连接，在有访问数据时自动进行连接”这种连接方式（就是每隔一定的时间无线路由器设备会自动检测此时是否有线路空载，成功连接后该设备线路中有数据交互动作，如果为空载状态，将会把处于连通状态的无线连接线路自动断开）。为此，应把连接方式选项设置为“自动连接，在开机和断线后进行自动连接”。
- 本地无线局域网中是否存在网络病毒攻击，一旦受到病毒攻击的话，也有可能出现间歇断网故障。

3. 连接位置

排查连接位置，解决上网速度缓慢故障的问题。在无线访问操作时，如果发现访问速度非常缓慢的话，应该进行两方面的排查。

- 确认当前访问的 WEB 服务器是否正处于繁忙工作状态，访问的 WEB 服务器正处于繁忙工作状态的话，应尽量避开上网高峰期。
- 是否为无线传输信号比较微弱引起的。

4. 不能上网和通信的问题

无线网卡、无线 AP 或路由器显示正常，但不能上网和通信。

- 确认无线 AP 或路由器是否用了加密方式，如果是加密方式，要确保无线网卡的加密方式与无线 AP 或路由器的加密方式相同。
- 确认无线网卡的 IP 是否与无线 AP 或路由器的 IP 在同一子网内，如果不在，要调整在同一子网内。
- 检查所有与上网相关的设备是否都已开启。
- 检查连线是否正确。
- 无线路由器的“状态”显示是否正常。
- IE 浏览器的属性设置是否正确。
- 外网是否已接通，可以直接将广域网线接通计算机试试能否上网，若不能请联系宽带服务商。

5. 硬件故障

硬件尤其是室外的硬件会经常出现故障问题，如室外型无线网桥故障、无线交换机故障、无线路由器故障、无线网卡故障。

9.2 无线网桥故障现象和解决方法

1. 故障现象 1：无线网桥工作不稳定

无线网桥工作不稳定可能是由以下原因引起的。

- 无线网桥 MAC 地址列表的频繁更新造成设备工作不稳定。
- 局域网内的计算机设备 MAC 地址表的广播问题。
  - 如果 MAC 不在无线网桥 MAC 列表中，网桥将增加包含 MAC、传入端口和到达时间的记录；如果已包含，则更新到达时间。
  - 如果 MAC 地址列表已满，网桥就会删除到达时间最早的 MAC 记录，然后增加新的 MAC 记录。
  - 由于局域网上计算机数量远超过网桥 MAC 地址空间容量，几乎每个广播都会导致 MAC 地址列表中有一条记录被删除。

因此网络上大量的广播导致 MAC 地址列表频繁更新，删除到达时间最早的 MAC，引发了网桥工作不稳定的故障。

解决方法：

把无线网桥连接到路由交换机上，组成独立的子网，通过路由交换机来阻断局域网 1 内部的广播到达局域网 2。阻断局域网 1 的广播进入局域网 2 的结构如图 9-1 所示。

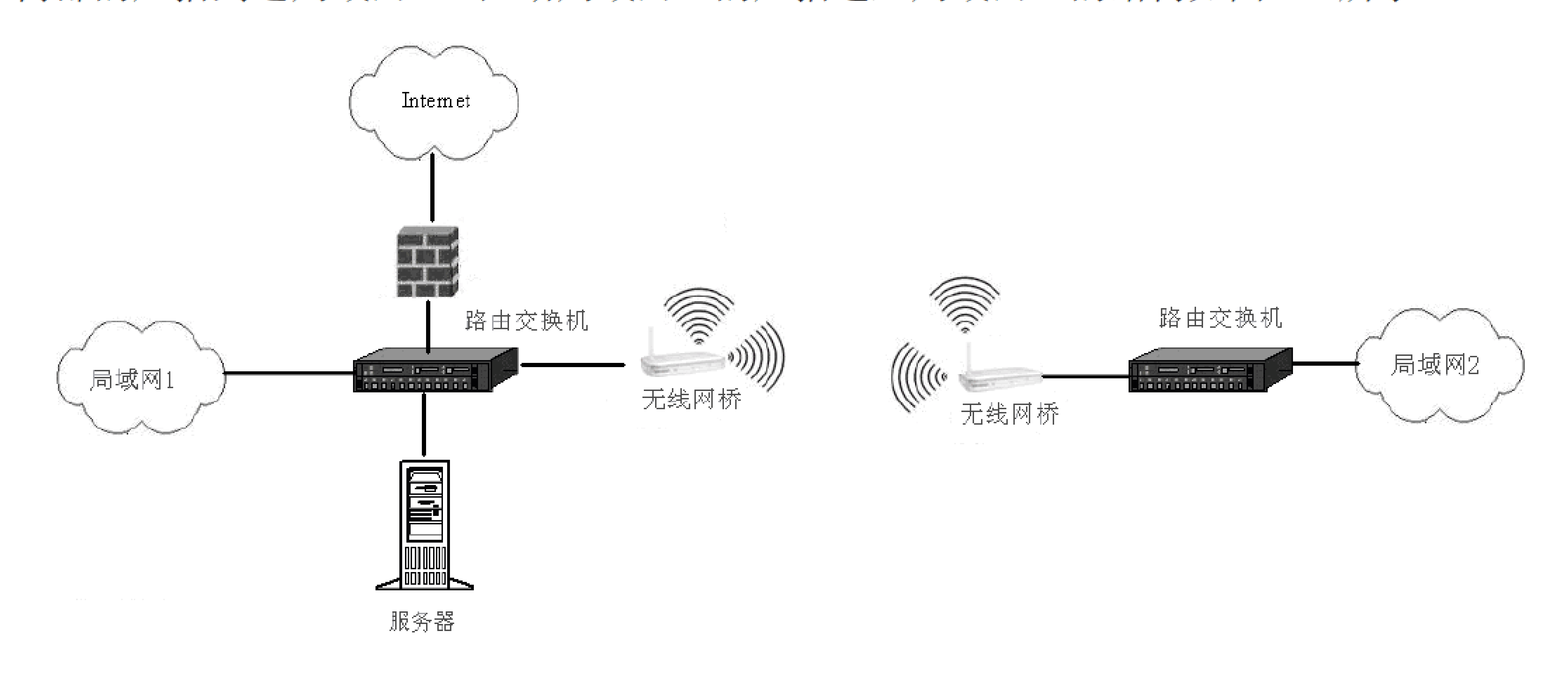


图 9-1　阻断局域网 1 内部的广播进入局域网 2

2. 故障现象 2：网络环路

在全向天线的网桥方式下，用户设置为一点对多点，构成了网络环路，出现了严重的数据包碰撞，因此网络不通。

解决方法：

用户按点对点模式分别指向中继点，中继点为一点对多点模式分别指向用户。

3. 故障现象 3：无线网桥故障

在室外的电子产品会经常出现故障问题。因为外界自然条件本身就会对硬件有破坏作用，如尘土，潮湿等等。

解决方法：

更换新的无线网桥。

4. 故障现象 4：无线网桥不工作

无线网桥不工作可能是由以下原因引起的。

- 安装不当。
- 配置差错（例如产品是 11Mbps 却被设置成 108Mbps）。
- 端口未被激活。
- 连接失效（电缆松动，连接器松动，模块未插紧）。

如果不是上述原因，那么就是产品本身的质量问题。

5. 故障现象 5：无线网桥信号指示灯不亮

无线网桥信号指示灯不亮可能是由以下原因引起的。

- 支路没有使用。
- 支路接口接反。
- 支路松动。
- 支路损坏。

故障排除：

- 检查接口的输入方向。
- 检查接口的连接，包括电缆。
- 如属设备问题，应联系供应商维修或退换。

6. 故障现象 6：吞吐量不足的问题

除网桥的吞吐量是以每秒转发的数据帧数来衡量的。当吞吐量有问题时，测试网桥的吞吐量和实际的吞吐量，根据实测的结果，选择线路的速率。

7. 故障现象 7：数据帧丢失

除由于吞吐量不够而造成数据包丢失外，处于正常工作状态的网桥也会丢失无效的数据包和超时的数据包，因此要求选择的网桥缓存数据包的时间不能过短。

8. 故障现象 8：网桥数据能通，但有丢包现象

此现象表明线路有误码或 LAN 口网线做法不规范。

故障排除：

首先用误码仪测试线路看是否存在误码，其次检查以太网线做法是否规范，正确的做法应是 1、2 脚用同一对双绞线；3、6 脚用同一对双绞线。

9. 故障现象 9：网桥 LINK 指示灯不亮

此现象表明以太网接口不通。

- 以太网接口没有使用。
- 以太网接口松动。
- 检查以太网连接。
- 更换设备。

10. 故障现象 10：所有指示灯显示正常，但数据 Ping 不通

所有指示灯显示正常，表明当前设备的物理连接正常。只有线路和网络存在问题。

故障排除：

首先用误码仪测试线路，确定传输通道是否存在问题。其次是检查所 Ping 的两台计算机的网络环境是否相同。

11. 故障现象 11：信号弱不稳定，经常连接不上网络

故障可能的原因和排除：

（1）网卡上的天线没有拉出来。排除办法：完全拉出天线。

（2）当地信号不稳定。排除办法：换个地方试试，客户端主界面上会提示网络信号强度。

（3）客户端软件版本比较老。排除办法：升级客户端软件到最新版本。

（4）无线上网卡硬件问题。排除办法：更换上网卡试试。

12. 故障现象 12：无线 AP 安装好后发现网络连接不正常

解决方法：

（1）测试信号强度

如果能够从有线客户端 Ping 通接入点，但是从无线客户端却不行的话，接入点可能有问题。

利用无线 AP 程序提供的测量信号强度的功能检查一下信号强度，如太弱则可能该无线 AP 出现了质量问题。

如果是信号状态差造成的（信号状态可以用 Windows XP 的“无线网络连接”或“无线接入点”的附带软件进行检测）。使用 Windows XP 时，只要单击任务栏中网络连接图标，就会显示出显示连接状态的窗口。如果显示有 4 根或 5 根绿线还可以，如果只有 1、2 根，就可断定信号状态不好，则可调整 AP 和无线网卡的摆放位置及天线角度，以达到最佳信号强度。

（2）尝试改变信道

如果发现无线 AP 信号微弱，却没有做任何物理上的改动。可尝试改变接入点和无线用户的信道或可以尝试添加外置天线等方法，看看这是否能增强信号。可能有无线电话，微波炉等也运行在 2.4GHz 频率上干扰无线网络。

（3）检查 SSID 配置

在加入其他无线网络时一定不要忘记更改 SSID 配置，如果 SSID 配置不正确，就不能够 Ping 通接入点，也就不能连通网络。

（4）检查 WEP 密钥

很多无线网络配置问题都和 WEP 协议有关，解决 WEP 问题需要特别仔细。此外，要 WEP 起作用，接入点和客户端的配置都要正确。有些客户端的配置看起来毫无问题，但就是不能够使用 WEP 和接入点进行通信，在这样的情况下，可重启接入点，恢复默认值，然后重新进行 WEP 配置。

（5）用鼠标右键单击任务栏中的无线网络图标

用鼠标右键单击任务栏中的无线网络图标，在下一级菜单上选择“查看可用的无线网络”命令，将会看到无线网络连接对话窗口。该对话窗口显示现在正在使用的信道，而无线路由没有连接的无线网络的 SSID，并且 SSID 出现在列表里，就表明没有连接到网络上，如果网络连接正常，那可能配置存在问题。此外，还需要正确输入 WEP 密码（如果有的话），否则也不能连接到无线网络中去。

9.3 无线网卡故障诊断与排除方法

网卡的故障主要有两类，即软故障和硬故障。硬故障即硬件本身损坏，一般来说需要更换硬件。

软故障即指网卡硬件本身没有问题，通过升级软件或修改设置仍然可以正常使用。网卡的软故障，主要包括网卡被误禁用、驱动程序未正确安装、网卡与系统中其他设备在中断或 I/O 地址上有冲突、网卡所设中断与自身中断不同、网络协议未安装以及病毒影响等。

1. 故障现象 1：无法上网

解决方法：

（1）用 Ping 命令 Ping 网卡本身的 IP 地址。如果正常就说明当前的网卡安装正确，而且驱动程序本身工作正常，网卡也不存在与其他设备发生冲突的可能。

（2）如果 Ping 校园网中其他计算机的 IP 地址时不通，则可能是其他计算机当前没有开机或网络连线有问题。

（3）如果这些原因都被排除，那么很有可能就是网卡和网络协议没有安装好。这时可以将网络适配器在系统配置中删除，并重新安装驱动程序。

（4）网卡硬件损坏，或者网卡质量不过关。

（5）网线、跳线或插座故障。

（6）电源故障。

2. 故障现象 2：网卡正常工作，但不能和外界进行通信

这种故障现象不容易发现其原因，因为系统无任何错误的提示信息。

解决方法：

检查网卡的资源部分（检查中断号，输入/输出范围为 0300~031F）。

检查设备端口（检查中断号是否被占用，如果已被占用，则和网卡中断号发生冲突）。

3. 故障现象：网卡出现无反应的现象

可能的原因和解决方法：

（1）网卡是否松动

网卡松动现象的发生，网络连接会时断时续，甚至无任何反应。

此时，检查网卡指示灯，看它是否处于闪烁状态。如果指示灯不亮，必须打开机箱，从插槽中拔出网卡，然后换一个新的插槽，重新插入网卡，并确保网卡与主板插槽紧密结合。

（2）驱动程序是否更新

网卡的驱动程序是否与网卡型号一致?尽量不用相近的网卡驱动程序来代替。

（3）CMOS 设置是否正确

设置 CMOS 参数：重新启动计算机系统，进入 CMOS 参数设置界面，打开 PNP/PCI Configuration 设置页面，检查其中的 IRQ5 参数，查看设置是否正确。

此时，可将 IRQ5 参数重新修改为 PCI/ISA PnP，最后保存好参数，重新启动系统。

（4）网络参数是否正常

检查网卡参数是否设置正确。在设置网卡参数时，应该先看看 TCP/IP 协议是否已经安装，然后再看看 IP 地址、DNS 服务器、网关地址等参数是否设置正确。

（5）网线的线序是否正确

除了上述几点可能会引起网卡发生故障外，网线的连接与网卡的工作环境，也是不能忽视的。在制作网线时，不能忽视网线的线序。

4．故障现象 4：网卡的信号指示灯不亮

解决方法：

网卡的信号指示灯不亮一般是由网络的软件故障引起的。

（1）检查网卡设置。

（2）检查网卡驱动程序是否正常安装。

（3）检查网络协议。

打开“控制面板”→“网络”→“配置”选项，查看已安装的网络协议，必须配置以下各项：NetBEUI 协议和 TCP/IP 协议，Microsoft 友好登录，拨号网络适配器。如果以上各项都存在，重点检查 TCP/IP 是否设置正确。在 TCP/IP 属性中要确保每台计算机都有唯一的 IP 地址，将子网掩码统一设置为 255.255.255.0，网关要设为代理服务器的 IP 地址（如 192.168.0.1）。另外必须注意主机名在局域网内也应该是唯一的。最后用 Ping 命令来检验一下网卡能否正常工作。

5．故障现象：5 无线网卡无法获得 IP 地址

故障现象：无线网卡能够检测到接入点的信号，但是，却得不到接入点分配的 IP 地址。

故障原因：无线协商之后出现 DHCP（动态主机控制协议）失败的现象是很常见的。无线协商建立起数据链路后，基站就可以传输和接收数据帧。这时，大多数基站发送一 个 DHCP 请求 UDP 数据包。如果局域网可以访问这个 DHCP 服务器，这个服务器将对这个请求做出评估和回应，通常是向发出请求的基站分配一个 IP 地址。如果接入点拒绝基站的链接或者身份识别请求，接入点可能太忙或者支持的速度速率或者安全参数不匹配（例如，基站也许没有正确的 WEP 密钥）。

解决方法：

（1）检查无线网卡与接入点的功能和安全设置方面不匹配的地方，使用接入点日志验证联系中间系统（IS）是否已经建立。

（2）接入点也许仍然没有连接上要建立联系的基站。如接入点也许是采用 MAC 接入控制表设置的，没有包含基站的 IP 地址。或者是基站可能没有通过 WPA-PSK 或者 WPA（802.1X）身份识别。如果使用 WPA-PSK 协议，那么没有出示正确的预先共享密钥的基站看起来好像是联上了，但永远也得不到 IP 地址。

（3）连接到接入点的基站仍不能连接到 DHCP 服务器。无线路由器通常有内置的 DHCP 服务器，但是，那个服务器也许是关闭的。无线接入点通常要求 DHCP 服务器位于接入点的以太网连接的上行部分的某个地方。验证在局域网（或者虚拟局域网）中存在 DHCP 服务器，并且能从接入点访问该 DHCP 服务器。

（4）DHCP 服务器被无线基站的个人防火墙封锁了，或者被这个接入点的 IP 过滤器封锁了。如果怀疑出现了 DHCP 问题，观察使用以太网的数据包，包括在基站上的数据包和在有线局域网上的数据包。在 Windows 平台上可使用 ipconfig /release 和 ipconfig /renew 命令反复发送 DHCP。

（5）DHCP 服务器必须能向这个基站释放 IP 地址。通常认为这是一定的，但是，如果排除了其他可能性，那么查看 DHCP 服务器上的日志验证该基站的请求是否被收到，地址是否已分配。例如，通常处于忙碌状态的 DHCP 服务器当 IP 地址段耗尽的时候可能会临时拒绝请求。

6. 故障现象 6：无线网卡安装故障

（1）无线网卡安装故障 1

故障现象：

安装一块 PCI 接口的无线网卡后，进入操作系统便会发生死机或花屏故障，造成驱动无法安装，而取下无线网卡后故障消除。

可能的故障原因：

除无线网卡本身质量问题引起的安装问题之外：

- 无线网卡安装问题主要有安装中无线网卡物理损坏，如无线网卡上的各种元器件及线路板或金手指的物理损坏，特别是安装时不要划伤了金手指。
- 以及驱动不完善引起的不能正常安装的问题。
- BIOS 设置引起的不能正常安装的问题。
- 安装无线网卡不到位，引起无线网卡无法识别。
- 无线网卡与主板插槽接触不良或主板插槽有问题等。

解决方法：

在安装无线网卡时，将无线网卡从防静电袋中取出之前或接触无线网卡前一定要先将手接触一下机箱外壳、解刀等的导体部分，以免人体静电在安装时损坏无线网卡。安装无线网卡要到位，将无线网卡稍用力插入插槽。

无线网卡有问题或已损坏；如果安装使用正常，可先检查 BIOS 设置，恢复 BIOS 设置为初始值或优化值。

（2）无线网卡安装故障 2

故障现象：

MiniPCI 接口的无线网卡安装后无法正常使用

可能的故障原因：

不同厂家的 MiniPCI 接口的无线网卡不是普遍适用任何笔记本计算机，厂家在产品说明中声明了该无线网卡只能和哪些笔记本机型兼容。

此外，安装 MiniPCI 无线网卡时注意要安装到位，MiniPCI 无线网卡的安装方法与笔记本内存的安装差不多，先把无线网卡的金手指对准插槽，并保持与水平成 45º 的角度插入插槽，接着再把跷起的尾部垂直按下，听到“咔嗒”声之后即被安装到位。

9.4 无线交换机故障诊断与排除方法

9.4.1 交换机故障的分类

网络管理员在工作中会遇到各种各样的交换机故障，一般可以分为硬件故障和软件故障两大类。

1. 硬件故障

硬件故障主要指交换机电源、端口、模块、背板和线缆故障等部件的故障。

（1）电源故障

由于外部供电不稳定，或者电源线路老化或者雷击等原因导致电源损坏或者风扇停止，从而不能正常工作。由于电源缘故而导致机内其他部件损坏的事情也经常发生。

（2）端口故障

这是最常见的硬件故障，无论是光纤端口还是双绞线的 RJ-45 端口，在插拔接头时一定要小心。

（3）模块故障

交换机是由很多模块组成的，比如：堆叠模块、管理模块（也叫控制模块）、扩展模块等。这些模块发生故障的机率很小，不过一旦出现问题，就会遭受巨大的经济损失。如果插拔模块时不小心碰坏了模块，搬运交换机时受到碰撞，或者电源不稳定等情况，都可能导致此类故障的发生。

（4）背板故障

交换机的各个模块都是接插在背板上的。如果环境潮湿，电路板受潮短路，或者元器件因高温、雷击等因素受损都会造成电路板不能正常工作。比如：散热性能不好或环境温度太高导致机内温度升高，指使元器件烧坏。

（5）线缆故障

其实这类故障从理论上讲，不属于交换机本身的故障，但在实际使用中，电缆故障经常导致交换机系统或端口不能正常工作，所以这里也把这类故障归入交换机硬件故障。比如接头接插不紧，线缆制作时顺序排列错误或者不规范，线缆连接时应该用交叉线却使用了直连线，光缆中的两根光纤交错连接，错误的线路连接导致网络环路等。

2. 软件故障

软件故障是指系统及其配置上的故障。

（1）系统错误

在交换机内部有可刷新的只读存储器，它保存的是这台交换机所必需的软件系统。这类错误也和常见的 Windows、Linux 操作系统一样，由于当时设计的原因，存在一些漏洞，在条件合适时，会导致交换机满载、丢包、错包等情况的发生。所以交换机系统提供了诸如 Web、TFTP 等方式来下载并更新系统。当然在升级系统时，也有可能发生错误。

对于此类问题，需要养成经常浏览设备厂商网站的习惯，如果有新的系统或新的补丁推出，请及时更新。

（2）配置不当

初学者对交换机不熟悉，或者由于各种交换机配置不一样，往往在配置交换机时会出现配置错误。比如 VLAN 划分不正确导致网络不通，端口被错误地关闭，交换机和网卡的模式配置不匹配等原因。这类故障有时很难发现，需要一定的经验积累。如果不能确保用户的配置是否有问题，请先恢复出厂默认配置，然后再一步一步地配置。最好在配置之前，先阅读说明书，这也是网管所要养成的习惯之一。每台交换机都有详细的安装手册、用户手册，深入到每类模块都有详细的讲解。由于很多交换机的手册是用英文编写的，所以英文不好的用户可以向供应商的工程师咨询后再做具体配置。

（3）密码丢失

这可能是每个管理员都曾经经历过的。一旦忘记密码，都可以通过一定的操作步骤来恢复或者重置系统密码。

此类情况一般在人为遗忘或者交换机发生故障后导致数据丢失，才会发生。

（4）外部因素

由于病毒或者黑客攻击等情况的存在，有可能某台主机向所连接的端口发送大量不符合封装规则的数据包，造成交换机处理器过分繁忙，致使数据包来不及转发，导致缓冲区溢出产生丢包现象。还有一种情况就是广播风暴，它不仅会占用大量的网络带宽，而且还将占用大量的 CPU 处理时间。网络如果长时间被大量广播数据包所占用，正常的通信就无法正常进行，网络速度就会变慢或者瘫痪。

总的来说软件故障应该比硬件故障较难查找，解决问题时，需要较多的时间。网络管理员最好在平时的工作中养成记录日志的习惯。每当发生故障时，及时做好故障现象记录、故障分析过程、故障解决方案和故障归类总结等工作，积累自己的经验。

9.4.2　交换机故障查找排除方法

交换机在运行中出现故障是不可避免的，当出现故障后应当迅速地进行处理。

1. 由远到近

由于交换机的一般故障（如端口故障）都是通过所连接的计算机发现的，所以经常从

远端的客户端计算机开始检查。检查可以沿着客户端计算机→端口模块→水平线缆→跳线→交换机这样一条路线逐个检查，先排除远端计算机故障的可能。

2. 由外而内

如果交换机存在故障，可以先从外部的各种指示灯上辨别，然后根据故障指示，再检查内部的相应部件是否存在问题。

3. 由软到硬

发生故障做检查时，总是先从系统配置或系统软件上着手进行排查。如果软件上不能解决问题，再检查硬件的问题。比如某端口不好用，那我们可以先检查用户所连接的端口是否不在相应的 VLAN 中，或者该端口是否被其他的管理员关闭，或者配置上的其他原因。如果排除了系统和配置上的各种可能，那就可以怀疑到真正的问题所在——硬件故障上。

4. 先易后难

在遇到故障分析较复杂时，应该先从简单操作或配置来着手排除。这样可以加快故障排除的速度，提高效率。

9.4.3 交换机子系统故障诊断与排除

1. 电源子系统故障

解决方法：交换机在引导过程中，在电源子系统的任何组件发生故障的情况下，为排除故障可以采取下面的步骤。此外，通过检查管理模块中 LED 的状态也可以了解到一些故障现象。

（1）检查 PS1 LED 是否亮灯。如果没有，则检查电源线连接是否正确（交换机的电源插口在机壳的背面），确保安装螺钉已经拧紧。

（2）检查交流电源和电源线。将电源线接插到另一个有效的电源，并打开它。如果 LED 指示灯仍不亮，则需要更换电源线。如果使用的是直流电源，检查直流电源是否有效并能正常供电，再检查机壳背面的接线盒，以保证上面的螺钉都已拧紧，连接线没有故障。

（3）如果交换机用一根新的电源线连到另一个供电电源后，LED 指示灯还是不正确，说明供电电源可能有故障。如果还有另一个可用的供电电源，可以试着替换一下。

（4）如果电源线和供电电源都是好的，但交换机的电源就是不能正常工作，说明交换机的电源有可能是坏的。

（5）如果需要，对另一个电源也按上述步骤进行诊断。

注意：

在排除电源子系统故障时，切记防止被电击。

2. 散热子系统的故障排除

解决方法：

（1）检查管理引擎模块的 Fan LED 是否为绿色。如果不是，检查电源子系统是否正常工作。如果电源子系统工作不正常，遵照“电源子系统的故障”中所讲的步骤进行检查。

（2）如果 Fan LED 显示为红色，可能风扇座没有正确安插到交换机机板插槽中。为了确保安装正确，可以关闭电源，松开固定螺钉，拔出风扇座，再重新插入插槽中。拧紧所有固定螺钉，然后重新开启电源。风扇座是设计为支持热插拔的，但只要有可能，建议在插拔风扇座时还是要先关闭电源。但对于交换机来说是个例外，它的散热子系统不是“现场可换部件（Field Replaceable Unit，FRU）”。

（3）如果 Fan LED 仍然为红色，说明系统可能检测到风扇损坏。交换机的正常工作温度是 0~40℃。系统不能在没有风扇的条件下工作。这时，应该立即关闭系统，因为如果 Catalyst 交换机在没有风扇的条件下工作，可能会发生严重的损坏。

如果交换机有硬件方面的故障，可以与客户支持代表联系，以寻求进一步的支持。

3. 处理器和接口子系统的故障

解决方法：对处理器和接口子系统故障，可按照下列步骤排除。

（1）检查管理引擎模块的 LED，如果所有诊断和自检都正确，它应该显示绿色，而且端口应该在工作中。如果 LED 显示为红色，说明 BootUp 或者诊断测试过程的某一部分没有通过。如果 LED 在引导过程结束之后，仍然保持为橘黄色，则表明该模块没有启动。

（2）检查各个接口模块的 LED。如果接口工作正常，其 LED 应该显示绿色（或者当该端口传送或接收信息的过程中，绿灯应该闪烁）。

（3）检查所有电缆线和连接。替换掉任何有故障的电缆线。

4. 交换机的 LED 橙色故障

解决方法：橙色的 System LED 说明出现轻微机柜告警信息，原因可能是下列的一种。

- 温度告警。
- 风扇故障或者部分电源故障（两个电源中的一个出现故障）。

5. 交换机处于 ROMmon 提示状态的故障

解决方法：交换机会由于下述原因进入 ROMmon 模式。

- 启动变量没有正确设置，无法从有效的软件镜像来启动交换机。
- 配置寄存器没有正确设置。
- 软件镜像遗失或者被损坏，或者有软件升级故障。
- 将运行的交换机从 ROMmon 提示状态恢复。

9.4.4 交换机工作和使用故障诊断与排除

（1）故障现象 1：工作站连接到交换机上的端口后，无法 Ping 通局域网内其他计算机。
故障原因和解决方法：

- 检查被 Ping 的计算机是否安装有防火墙。
- 检查被 Ping 的计算机是否设置了 VLAN（虚拟局域网），不同 VLAN 内的工作站在没设置路由的情况下无法 Ping 通的。
- 修改 VLAN 的设置，使它们在一个 VLAN 中，或设置路由使 VLAN 之间可以通讯。

（2）故障现象 2：交换机连接的所有计算机都不能正常与网内其他计算机通讯。
故障原因和解决方法：

- 这是交换机死机现象，可以通过重新启动交换机的方法解决。
- 如果重新启动后，故障依旧，可能是某台计算机上的网卡故障导致的，检查与那台交换机连接的所有计算机，看逐个断开连接的每台计算机的情况，慢慢定位到某个故障计算机。

（3）故障现象 3：网管功能的交换机的某个端口变得非常缓慢。
故障原因和解决方法：

- 把其他计算机连接更换到这个端口上来，看这个端口连接的计算机是否非常缓慢，是： 交换机的某个端口故障；否：原计算机故障。
- 重新设置出错的端口并重新启动交换机。
- 可能是交换机的这个端口损坏了。

（4）故障现象 4：通过交换机连接在同一网段，但是却 Ping 不通。
故障原因和解决方法：

- 若是硬件故障，应检查交换机的显示灯、电源和连线是否正确，交换机是否正常。
- 若是设置故障，先检查交换机是否设置了 IP 地址，如果设置了和其他计算机不在同一网段的 IP 地址，则将其删除或设一个在同一网段的 IP 地址。
- 如果交换机设置了不同的 VLAN，连接交换机的几个端口属于不同的 VLAN，所以不通，此时只要将设置的 VLAN 去除即可。

（5）故障现象 5：所有客户端计算机都是用交换机接入的其中一台计算机不能上网。
故障原因和解决方法：

遇到此种故障，无法确定到底故障发生在哪，因为客户端计算机配置、网卡、水晶头、水平线、模块、跳线、交换机这条线路上的任何地点都有可能发生故障。排除此种故障，采用“由远而近”的原则：

1）首先由远而近，排除客户端的故障可能。

- 检查客户端计算机的网卡，link 指示灯亮但不闪烁，表示有物理链路连接，但没有数据传输，那就有可能是计算机的配置有错误。
- 检查客户端计算机上的 ip 设置是否正确。

Ping 得不到响应，说明从计算机跳线直至交换机端口这段线路上存在问题。由于网卡的 link 灯亮着，也可以说明这条线路没有问题。依此分析，远端计算机没有问题，出现问题的最大可能是近端交换机的端口而不是线路本身。

2）由外而内的方法来验证是否为端口故障。

- 由外观察交换机的端口指示灯。如果该端口的 link 指示灯是绿色，表明有连接。出现问题的是近端交换机的端口。
- 如何排除？清洗端口。关闭电源，再使用酒精棉球（酒精纯度 95%）清洗，等端口上的酒精挥发后，再打开交换机。

（6）故障现象 6：所有交换机用户能相互访问但是不能连接上网络。

故障原因和解决方法：

造成此种故障现象可能原因有以下几种。

①网关路由器被关闭。
②网关地址已改换其他地址。
③网内计算机的网关地址配置错误。
④交换机的上联扩展光缆故障。
⑤交换机的上联扩展模块端口被关闭。
⑥交换机的上联扩展模块故障或其端口故障。

可以采用排除法逐个排除。

1）首先检查路由器有没有关机。登录路由器查看地址配置，没有发现问题。从其他网络 Ping 该网段的网关地址，如果能够 Ping 通。就排除了①、②的可能性。

2）抽查网内的计算机网关地址的配置，如果均没有问题，就可以排除③的可能。

3）检查从交换机上连接过来的光纤，如果光纤是通的，而且光纤的另外一端的连接也没有问题。排除了④的可能。

4）检查端口。端口的更换是无法进行的，因为端口是焊接在模块上的，要换端口，就等于换模块。从相同品牌相同型号的交换机上拆下一块扩展模块，换到有故障的交换机上，如果线路连通了，说明出现错误的是扩展模块。不过，具体是模块本身的故障，还是模块上端口的故障？还要进一步检查。

（7）故障现象 7：网内计算机的传输速度慢。

故障原因和解决方法：

造成此种故障现象可能原因有以下几种。

①黑客攻击或蠕虫病毒。

②线路故障。

③交换机超载。

④网卡故障。

⑤端口模式不匹配。

故障解决方法：

1）首先，任意选择几台工作站，因为连通性没有问题，可以检查它的网络配置是否正确无误。如果能够 Ping 通服务器，响应时间均小于 1ms，属于正常范围；在其中一台计算机上安装 windump 来抓取数据包，结果没有发现什么异常现象，这就排除了①的可能。

2）检查线路链路。因为工作站、服务器、交换机都是超五类端口的设备，如果使用超五类线来连接其中两台计算机能够快速连通的话，则说明线路存在问题。如果使用超五类线来连接其中两台计算机还是连接速度很慢，排除了②的可能。

3）检查交换机超载情况，要排除这种情况可以直接使用重启交换机的方法，如果这种情况没有作用。排除了③的可能。

4）检查计算机的网卡状态，结果没有发现什么异常现象，这就排除了④的可能。

5）会不会是交换机的问题呢？从交换机表面上看不出什么故障现象。查看交换机的各个端口的差错状态，交换机的各个端口的差错状态如果均没有问题，再查看交换机的管理方式，发现交换机的每个端口都是强制设为了全双工状态，由于一般情况下交换机的默认配置是半双工/全双工自适应状态，所以一看到这个全双工状态就比较敏感。极有可能是端口模式不匹配的问题导致网速变慢，将交换机的每个端口都改为自适应状态，可能会解除故障。

（8）故障现象 8：连通性故障。

故障原因和解决方法：

故障现象可能有以下几种。

- 计算机无法登录至服务器。
- 计算机在网上邻居中只能看到自己，而看不到其他计算机，从而无法使用其他计算机上 的共享资源和共享打印机。
- 计算机无法通过局域网接入 Internet。
- 计算机无法在局域网络内浏览 Web 服务器，或进行 E-Mail 收发。
- 网络中的部分计算机运行速度十分缓慢。

故障现象可能导致连通性故障的原因。

- 网卡未安装，或未正确安装，或与其他设备有冲突。
- 网卡硬件故障。
- 网络协议未安装，或设置不正确。
- 网线、跳线或信息插座故障。

- UPS 故障。
- 交换机电源未打开，交换机硬件故障，或交换机端口硬件故障。
- VLAN 设置问题。

故障解决方法：

1）确认连通性故障原因。按照先软件，后硬件，其近后远的原则逐一检查。

2）基本检查。查看网卡的指示灯是否正常。正常情况下，在不传送数据时，网卡的指示灯闪烁较慢，传送数据时，闪烁较快。指示灯不亮，常亮不闪烁，都表明有故障存在。如果网卡的指示灯不正常，需关掉计算机更换网卡。如果指示灯闪烁正常，继续下述步骤。

3）初步测试。使用 Ping 命令，Ping 本地的 IP 地址或检查网卡和 IP 网络协议是否安装完好。如果能 Ping 通，说明该计算机的网卡和网络协议设置都没有问题，问题可能出在计算机与网络的连接上。因此，应当检查网线的连通性和交换机端口的状态。如果无法 Ping 通，只能说明 TCP/IP 协议有问题。因此，需继续下述步骤。

4）查看控制面板。在控制面板中，查看网卡（网络适配器）是否已经安装或是否出错。如果在系统中的硬件列表中没有发现网络适配器，或网络适配器前方有一个黄色的“!”，说明网卡未安装正确，需将未知设备或带有黄色的“!”网络适配器删除，刷新后，重新安装网卡。并为该网卡正确安装和配置网络协议，然后进行应用测试。如果网卡无法正确安装，说明网卡可能损坏。如果网卡已经正确安装，继续下述步骤。

5）排除网络协议故障。使用 ip config/all 命令查看本地计算机是否安装有 TCP/IP 协议，以及是否设置好 IP 地址、子网掩码和默认网关、DNS 域名解析服务。如果未安装协议或协议尚未设置好，安装并设置好协议后，重新启动计算机，执行步骤（3）的操作。如果已经安装，认真查看网络协议的各项设置是否正确。如果协议设置有错误，修改后重新启动计算机，然后再执行步骤（3）的操作。如果协议设置完全正确，则肯定是网络连接的问题，继续执行下述步骤。

6）故障定位。在确认网卡和网络协议都正确安装的前提下，可初步认定是交换机发生了故障。为了进一步进行确认，可再换一台计算机继续测试，进而确定交换机故障。如果其他计算机测试结果完全正常，则将故障定位在发生故障的计算机与网络的连通性上。

7）故障排除。如果交换机发生了故障，应首先检查交换机面板上的各指示灯：所有指示灯都在非常频繁地闪烁，或一直亮着，可能是由于网卡损坏而发生了广播风暴。如果红灯闪烁的端口，可能是网卡有问题；指示灯面板一片漆黑，一个灯也不亮，可能是电源问题。

- 检查 UPS 是否工作正常。
- 检查交换机电源是否已经打开。
- 检查电源插头是否接触不良。

如果确定故障就发生在某一条连接上，用网线测试仪对该连接中涉及到的所有网线和跳线进行测试，确认网线的连通性。

（9）故障现象 9：交换机环路，所有端口指示灯亮着，但不闪烁。

故障原因和解决方法。

造成此种故障现象可能原因有以下几种：

交换机的所有端口指示灯亮着，但不闪烁。这种状态说明有可能是网络中存在环路。环路造成的原因有：其中有一根直连线连接着交换机的两个端口。

故障解决方法：

取消交换机端口的直连线。

9.5 无线路由器故障诊断与排除方法

9.5.1 路由器故障诊断概述

路由器故障诊断是从故障现象出发，以路由器网络诊断工具为手段获取诊断信息，确定网络故障点，查找问题的根源，排除故障，恢复网络正常运行。

1. 路由器故障概述

路由器故障通常有两种：

- 网络协议配置错误。
- 路由器端口故障。

协议配置错误是路由器产生故障最常见的问题，协议配置错误就是指路由器的设置不当而导致的网络不能正常运行。典型的路由器配置文件可以分为：

- 管理员部分（路由器名称、口令、服务、日志）。
- 端口部分（地址、封装、带宽、度量值开销、认证）。
- 路由协议部分（IGRP/EIGRP、OSPF、RIP、BGP）；流量管理 部分（访问控制列表、团体）；
- 路由映射。
- 接入部分（主控台、远程登录、拨号）等。

配置错误是非常复杂的问题，故障来源于多方面，如线路两端路由器的参数不匹配、参数错误、路由掩码设置错误等。

2. 路由器故障诊断可以使用的工具

- 路由器诊断命令。
- 网络管理工具。
- 局域网或广域网分析仪在内的其他故障诊断工具。

IcmP 的 Ping、trace 命令和 Cisco 的 show 命令、debug 命令是获取故障诊断有用信息的网络工具。

3. 排除路由器故障的基本方法和诊断步骤

排除路由器故障的基本方法是：沿着从源到目标的路径，查看路由器路由表（静态路由、动态路由），同时检查路由器接口的 IP 地址。

排除路由器故障的步骤是：

（1）首先确定故障的具体现象，分析造成这种故障现象的原因。

（2）收集需要的用于帮助隔离可能故障原因的信息。

（3）根据收集到的情况考虑可能的故障原因，排除某些故障原因。

（4）根据最后的可能故障原因，建立诊断计划。

（5）执行诊断计划，认真做好每一步测试和观察，每改变一个参数都要确认其结果。

9.5.2　路由器常见的故障现象

1. 故障现象：两台路由器间不能用 RIP 互通

如果配置的两台路由器间不能用 RIP 互通，在物理连接又没有问题的时候，就要考虑否是为下面的原因。

（1）路由器之间不通

可能是 RIP 没有启动，也可能相应的网段没有使用。

这里需要注意的是，在使用 network 命令时要按地址类别配置相应的网段。例如接口地址 137.11.1.1，由于 137.11.1.1 是 B 类地址，如果设置 network 137.0.0.0，报文将不会被此端接收，此时配置成 network 137.11.0.0 就可以正确接收了。

（2）在接口上把 RIP 给关掉了

这时要查看一下配置信息，看看接口上是不是设置了 undo rip work、undo rip input 或 undo rip output 命令。

（3）子网掩码不匹配

在 RIP1 这样的有类别路由协议中，主网中的每一路由器和主机都应有相同的子网掩码。如果子网掩码长度不匹配，信息包就不能正确传送。

2. 故障现象：不同厂商路由器设备的 RIP 兼容问题

先按照两台路由器不通的故障方法进行相应检查。

然后考虑是不是版本设置不同。路由器默认情况下，RIP 可以接收 RIP1 和 RIP2 广播报文，但是只能发送 RIP1 报文。如果路由器之间互通时，一个配置为 RIP1，一个配置为 RIP2，是可以正确地收发报文的。但是如果路由器和其他厂商路由器互通时，路由器配置了 RIP2，

而其他厂商路由器还是 RIP1，就有可能出现问题。

3. 故障现象：RIP1 与 RIP2 的区别可能引发的故障

RIP1 与 RIP2 的区别可能引发的故障，要考虑是否是下面的原因：

（1）配置验证没有起作用

由于 RIP1 不支持验证，如果在启动 RIP 后就配置验证，实际上是不起作用的（默认条件下是 RIP1），只有在两端的接口上配了 RZP Version 2 后验证才能生效。

（2）子网掩码没有配上

在取消自动聚合的情况下，如果发送的报文中有一条 B 类地址的路由，但是配了 24 位掩码，结果发现对端路由表上出现的是 16 位掩码。如 137.11.1.0/24，得到 137.11.0.0/16，就是由于没有配 ZP RIP Version 2。因为 RIP 1 不支持子网掩码，只能按地址类别聚合发路由，137.11.1.0 是 B 类地址就会按类聚合为 137.11.0.0 发出去，RIP2 支持子网掩码，这样配置的子网掩码就能发过去了。

相关的问题还有对于两条在同一主网中的路由，如 10.1.0.0 和 10.110.0.0，在 RIP1 下不做区别都聚合成 10.0.0.0 往外发。在 RIP2 下配 16 位掩码就可以区别发出。

（3）自动聚合引起的问题

RIP1 永远使用聚合，且 RIP 的聚合是按照类进行的，RIP2 默认也使用聚合，但是可以在协议模式下取消。需要注意的有两点。

- 取消自动聚合只对 RIP2 接口有效。
- 自动聚合是为了减少网络中路由量，如果没有特殊原因，一般不要取消。

4. 故障现象：RIP 性能问题

RIP 性能问题，要考虑下面的原因。

（1）仅以 hop 作为 metric 的问题

RIP 仅仅是以跳数作为选择路由的度量值，完全不考虑不同路径带宽的影响。这在某些情况下，会发现报文到达目的地所经过的路由并非最佳路由。例如，从源到目的的报文可能从 hop 为 1 的 ISDN 链路（该链路的真实作用是用于备份）转发，而不走带宽高达 10Mbps 的局域网链路，仅仅是因为其 hop 值为 2。

此时的解决办法就是重新设计网络或使用其他具有更大灵活性的路由协议（如 OSPF）。

（2）广播更新问题

RIP 默认设置是每隔 30 秒进行广播交换整个路由表信息，这将大量消耗网络带宽，尤其是在广域网环境中，可能出现严重性能问题。

当由于 RIP 广播而产生网络性能问题时，可以考虑使用 neighbor 命令配置 RIP 报文的

定点传送。一方面，定点传送可用于在非广播网络（如帧中继网络）支持 RIP。另一方面，定点传送用于以太网环境可以显著减少其上的网络流量。

（3）慢收敛问题

RIP 是一个距离矢量协议，同时由于 Garbage 定时器的设置，可能会产生下面的现象，有时配置了命令却没起作用，这可能会使我们认为是配置出错或者其他故障，其实是由于 RIP 慢收敛的原因，需要一段延时，如果等几分钟，也许就会正常了。

说明：

Garbage 时间，当路由被标记为无效之后，此时路由器并不立即删除此路由，而是保持一段时间，只有在经过这段时间之后，路由器才真正将此路由从路由表中彻底删除。这段时间就称为 Garbage 时间。Garbage 时间有助于增加网络的稳定性，但付出的代价是路由再次可用的时间推迟，即收敛更缓慢。

5. 故障现象：其他相关问题

其他相关问题，要考虑下面的原因：

（1）帧中继中的水平分割问题

在帧中继、X25 等 NBMA 网络上运行的时候，要取消水平分割，在接口模式下配置 no ip rip split。如果使用水平分割，使用同一个物理接口下的逻辑接口之间就不能交换路由信息了。

（2）验证问题

配置验证时，在配置了验证类型，没有配置验证字时是不显示验证信息的，这时验证也不起作用。

（3）地址借用问题

地址借用必须两端同时借用，如果只有一端借用，会由于两端不在同一网段而导致不能互通，如果两端都借用就可以取消对源地址的检查。

6. RIP 故障的一般处理步骤

在网络上测定 IP 连通性的最常用方法是 Ping 命令。从源点向目的端发送 Ping 命令成功，意味着所有物理层、数据链路层、网络层功能均正常运转。而当 IP 连通失败，我们首先要检查的是源到目标间所有物理连接是否正常，所有接口和线路协议是否运行。当物理层和数据链路层检查无误后，将排错重点转向网络层，假定此网络运行的路由协议为 RIP。

7. 检查路由表项

检查从源到目的间的所有路由设备的路由表，看是否丢失路由表项。

例如，从源设备 Ping 目标设备 161.7.9.10 没有响应，应当使用 display ip routing-Stable 命令依次检查从源到目的间所有路由表项为 161.7.x.x（x.x 根据使用的 RIP 版本不同可能会有

所不同）的项。

8. 检查设备基本配置

当发生路由表项丢失或其他问题时，使用此方法。

（1）使用 display rip 命令查看 RIP 的各种参数设置

看 RIP 是否已经启动，相关的接口是否已经使用，network 命令设置的网段是否正确。

（2）用 debug rip 系列命令查看 RIP 的调试信息

每隔 30 秒钟，在所指定运行 RIP 的接口上，路由器将报告 RIP 路由更新报文的传输，debug 信息显示了发送每个路由更新报文的路由和度量值。

通过 debug 信息可以很明白地看出 RIP 报文是否被正确地收发。如果发送或接收有问题，也可从 debug 信息中看到是什么原因导致发送或接收报文失败。

9. RIP 正常时的异常解决

应当考虑是否在接口上配置 undo rip work 命令，是否验证有问题，是否引入其他路由有问题，是否访问控制列表配置不正确等。

查看接口的 display current-configuration 信息，可以看到 RIP 在接口模式下的配置信息是否正确。例如，该接口是否收发 RIP 报文，接口配置验证了什么和验证是什么类型的，接口向外发送的报文是 RIP1 还是 RIP2，是广播发送还是多播发送，接口在接收和发送路由时是否增加附加的路由权。

查看 display current-configuration 信息，可以看到 RIP 在协议模式下的配置信息是否正确。例如，是否引入其他协议的路由，如果引入，是以多大的路由权值引入的，是否对路由进行过滤和按什么规则过滤等。

10. OSPF 排错步骤

由于 OSPF 协议自身的复杂性，在配置的过程中可能会出现错误。

OSPF 协议正常运行的标志是：在每一台运行该协议的路由器上，应该得到的路由一条也不少，并且都是最优路径。

一般步骤如下：

（1）配置故障处理。检查是否已经启动并正确配置了 OSPF 协议。

（2）局部故障处理。检查两台直接相连的路由器之间协议运行是否正常。

（3）区域故障处理。检查一下系统设计（主要是指区域的划分）是否正确。

（4）其他疑难问题。路由时通时断、路由表中存在路由却无法 Ping 通该地址。需要针对不同的情况具体分析。

11. OSPF 协议基本配置排错

在 OSPF 协议基本配置排错前，应首先检查基本的协议配置是否正确。

（1）是否已经配置了 Router ID

使用命令 router id Router-id、Router-id 可以配置为与本路由器一个接口的 IP 地址相同。需要注意的是：不能有任何两台路由器的 Router ID 是完全相同的。

（2）检查 OSPF 协议是否已成功地被激活

使用命令 ospf enable 启动协议的运行。该命令是协议正常运行的前提。

（3）检查需要运行 OSPF 的接口是否已配置属于特定的区域

使用命令 ospf enable area area_id 将接口配置属于特定区域。可通过命令 display ospf interface interfacename 来查看该接口是否已经配置成功。

（4）检查是否已正确地引入了所需要的外部路由

实际运行中可能经常需要引入自治系统外部路由（其他协议如 BGP 或静态路由）。如果需要，是否已经通过命令 import 配置了引入。

12. 如何判断邻居路由的故障

在两台路由器上分别执行 display ospf peer 命令，在相应的接口上查看是否已发现对端路由器为自己的邻居，并且该邻居状态机是否达到 Full 状态。需要注意的是：在 Broadcast 和 NBMA 类型的网络中，两台接口状态是 DROther 的路由器之间邻居状态机停留在 2-Way 状态，这是正常的，但都应该与 DR 之间达到 Full 状态。两台路由器之间达到 Full 状态需要一定的时间，一般在几秒钟至 3 分钟之间为正常。如果超过这段时间仍旧没有发现邻居或没有达到 Full 状态，则可以判断为出现故障。若出现故障可按下列几点来检查。

（1）系统规划故障

系统规划中的故障主要体现在区域化分中的错误。协议中对区域划分的要求是：如果自治系统被划分成一个以上的区域，则必须有一个区域是骨干区域，并且保证其他区域与骨干区域直接相连或逻辑上相连，且骨干区域自身也必须是连通的。区域划分错误的表现形式是：在一个区域内通常路由都是正常的，但无法得到区域外部的路由。

这是从全局规划的角度来看的，如果落实到具体的配置上，可以这样认为：如果在一台路由器上配置了两个以上的区域，则至少应该有一个是骨干区域，或者配置了一条虚连接。

（2）其他问题

1）路由表中丢失部分路由。

可以查询一下是否本路由器配置了路由过滤。可查看是否配置了命令 distribute list in（在 OSPF 协议配置模式下）。如果配置，再查询 access-list 中的访问规则，是否丢失的路由恰好是访问列表中所过滤的。

2）路由表不稳定，时通时断。

表现形式为：路由表中的部分或者全部路由表现不稳定，一会儿加上了，一会儿又丢

失，且变化很快。这种错误不太好分析，可能由以下几种原因产生：

网络中线路质量不好，导致线路时通时断，造成 OSPF 的路由随之不停地更改。可以通过检查相应的链路层协议是否正常来定位问题的原因。

在拨号的情况下，如果是多台路由器同时拨一台路由器，应将所有这些拨号的接口类型改为 point-to-multipoint。因为默认的网络类型是 point-to-point，如果不加更改，当有多台路由器同时拨入时，接入方会在这些拨入的路由器之间不停地选择其中的一个并建立邻接关系，导致路由不稳定。

有可能是自治系统中有两台路由器的 Router ID 相同。协议中规定，一台路由器的 Router ID 应该在整个自治系统中唯一。如果有两台路由器的 Router ID 相同，协议运行就会出现故障。这两台路由器如果是邻居，在相互接收对方的 hello 报文时会检测到这一错误，导致无法建立邻接关系。如果这两台路由器不是直接相连，而是分别位于自治系统中的两个不同的地方，则表现出的现象是部分路由时断时通。可以通过查看这部分不正常的路由所属的路由器来定位此问题。

3）无法引入自治系统外部路由。

某台路由器引入了自治系统外部路由后，却无法在其他路由器上发现这些路由。很可能是由于本路由器处于一个 STUB 区域之内，因为按照协议规定，STUB 区域内不传播 Type5 类型的 LSA。所以这种类型的 LSA 既不能由区域外传播进来，也同样不能由区域内传播出去。实际上即使是同一个区域内的其他路由器也无法获得这些路由信息。

4）区域间路由聚合的问题。

通过在 ABR 上配置路由聚合可以大大减少自治系统中的路由信息，但如果配置不当，也会出现如下问题：某个区域配置了聚合之后，在其他区域中虽然有聚合后的路由，但未聚合前的路由仍旧存在。出现这种现象多半是因为该区域有两个以上的 ABR，用户只在其中一台 ABR 上配置了聚合命令，而没有在其他的 ABR 上配置相同的命令。配置了路由聚合之后，路由表显示正常，但却无法 Ping 通某些目的地址。

13. 路由排错

路由器是网络互联的设备，所以应用的不正确往往与整个网络相关。在一个最简单的网络环境中，例如，办公室使用一台 Quidway 1603 通过 PSTN 或 ISDN 拨号的方式访问 Internet，需要正确地安装路由器并连接外部线缆，对路由器进行简单配置，同样需要终端主机正确地指定网关和 DNS 的地址（利用 DHCP Server 的情况除外）。另外，日益复杂的网络应用环境对网络设备的排错提出了更多的要求。病毒的攻击即使目标不是路由器，也可以导致路由器的 CPU 占用率过高，从而影响业务处理的性能。所以在故障处理中，不论对于连通性的故障还是性能上的问题，全面系统地了解网络情况是一个重要的要求。

14. 排除升级故障

路由器的版本软件包括 BootRom 软件和 VRP 主机软件两类，BootRom 是设备的引导软件，该程序保存在设备主板的 BootRom 芯片中，BootRom 设备运行的基本部分如果受到

损坏（包括升级 BootRom 过程中的损坏），只能更换芯片；VRP 是路由器的主机软件，包含了丰富的应用特性，它保存在路由器的 Flash 芯片中，也可以保存在路由器支持其他的存储介质上，如硬盘。BootRom 和 VRP 都是可以通过软件加载的方法进行升级的，主要包括串口升级、FTP 升级、TFTP 升级几种手段。对于各个类型路由器支持的存储设备，以及详细的升级步骤和指导，可参考相关的安装手册和配置指导手册。

对于维护工程师来说，在升级前必须注意 BootRom 与 VRP 的配套关系。将增强型的路由器（如 R2631E）和非增强型路由器（如 R2631）的升级软件相混淆是一个易犯的错误。升级版本不配套的故障现象是主机软件异常启动，例如反复重启，要求加载新的软件路由器的物理故障。

Quidway 系列路由器的安装和使用注意事项应该严格按照安装手册进行。安装前应检查安装场所的温湿度、洁净度、静电、干扰、防雷击等要求是否满足；安装后应检查电源的输入电压幅值、频率、中性点的连接及保护地、接地电阻等是否满足要求；使用过程中的维护如升级 BootRom、更换内存条、功能模块接口卡的更换等，要严格按照维护流程操作。具体规范和要求可参照路由器安装手册。

15. 路由器物理故障的分析定位

1）开箱即无法使用。

因路由器的整机和接口模块在出厂前已做过严格的检验，很少发生让有故障的路由器流入市场的现象。所以此时的故障绝大部分是由运输、仓储等环节的环境不满足要求所至，少部分是由插拔模块或电缆不当导致接插件硬性故障引起，极少部分是由版本不配套引起。

对于此类问题，处理步骤为：

- 可先对接口卡或主板上的器件进行检查，看有无器件脱落或被压变形，对 BootRom 或内存条的插座也要重点检查，看有无插针无法弹起。
- 对 PCI 侧的插针、物理接口（包括电缆）的插针进行检查，看是否有弯针。
- 当没有查到上述硬件故障后，可更换或升级 BootRom、内存条或主机驱动程序的版本。

2）安装后无法正常使用。

此阶段的物理层故障可能是由以下几方面因素引起：

- 线路连接问题，如线路阻抗不匹配、线序连接错误、中间传输设备故障。
- 与其他设备配合有问题。
- 接口配置问题。
- 电源或接地不符合要求。
- 在安装过程中也要考虑模块接口电缆所支持的最大传输长度、最大速率等因素。
- 3 使用过程中发生故障

此阶段的物理层故障除人为造成的损坏外，可能是由以下几方面因素引起：

- 电源、接地和防护方面不符合要求，在有电压漂移或雷击时造成器件损坏。

- 传输线受到干扰。
- 中间传输设备故障。
- 环境的温湿度、洁净度、静电等指标超出使用范围。

在故障定位的过程中，可把不必要的相连设备先去掉，缩小故障定位的范围，从而有利于快速准确地定位故障。

16. 路由器接口故障排除

串口出现连通性问题时，为了排除串口故障，一般是从 show interface serial 命令开始，分析它的屏幕输出报告内容，找出问题所在。串口报告的开始提供了该接口状态和线路协议状态。接口和线路协议的可能组合有以下几种：

- 串口运行，线路协议运行，这是完全的工作条件。该串口和线路协议已经初始化，并正在交换协议的存活信息。
- 串口运行，线路协议关闭，这个显示说明路由器与提供载波检测信号的设备连接，表明载波信号出现在本地和远程的调制解调器之间，但没有正确交换连接两端的协议存活信息。可能的故障发生在路由器配置问题及调制解调器操作问题、租用线路干扰或远程路由器故障，数字式调制解调器的时钟问题，通过链路连接的两个串口不在同一子网上，都会出现这个报告。
- 串口和线路协议都关闭，可能是电信部门的线路故障、电缆故障或者是调制解调器故障。
- 串口管理性关闭和线路协议关闭，这种情况是在接口配置中输入了 shutdown 命令。通过输入 no shutdown 命令，打开管理性关闭。

接口和线路协议都运行的状况下，虽然串口链路的基本通信建立起来了，但仍然可能由于信息包丢失和信息包错误时会出现许多潜在的故障问题。正常通信时接口输入或输出信息包不应该丢失，或者丢失的量非常小，而且不会增加。如果信息包丢失有规律性增加，表明通过该接口传输的通信量超过接口所能处理的通信量。解决的办法是增加线路容量。查找其他原因发生的信息包丢失，查看 show interface serial 命令的输出报告中的输入/输出保持队列的状态。当发现保持队列中信息包数量达到了信息的最大允许值时，可以增加保持队列设置的大小。

17. 以太接口故障排除

以太接口的典型故障问题是带宽的过分利用，碰撞冲突次数频繁，使用不兼容的帧类型。使用 show interface ethernet 命令可以查看该接口的吞吐量、碰撞冲突、信息包丢失和帧类型的有关内容等。

- 通过查看接口的吞吐量可以检测网络的带宽利用状况。如果网络广播信息包的百分比很高，网络性能开始下降。光纤网转换到以太网段的信息包可能会淹没以太口。

在互联网上发生这种情况可以采用优化接口的措施，即在以太接口使用 no ip route-cache 命令，禁用快速转换，并且调整缓冲区和保持队列的设置。

- 两个接口试图同时传输信息包到以太电缆上时，将发生碰撞。以太网要求冲突次数很少，不同的网络要求是不同的，一般情况下发现冲突每秒有三五次就应该查找冲突的原因了。碰撞冲突产生拥塞，碰撞冲突的原因通常是由于敷设的电缆过长、过分利用、或者“聋”节点。在物理设计和敷设以太网络电缆系统管理方面应有所考虑，超规范敷设电缆可能引起更多的冲突发生。
- 如果接口和线路协议报告运行状态，并且节点的物理连接都完好，可是不能通信，则引起问题的原因也可能是两个节点使用了不兼容的帧类型。解决问题的办法是重新配置使用相同帧类型。如果要求使用不同帧类型的同一网络的两个设备互相通信，可以在路由器接口使用子接口，并为每个子接口指定不同的封装类型。

18. 异步通信口故障排除

互联网络的运行中，异步通信口的任务是为用户提供可靠服务，但又是故障多发部位。异步通信口故障一般的外部因素是：拨号链路性能低劣，电话网交换机的连接质量问题，调制解调器的设置。检查链路两端使用的调制解调器：连接到远程 PC 机端口的调制解调器的问题不太多，因为每次生成新的拨号时通常都初始化调制解调器，利用大多数通信程序都能在发出拨号命令之前发送适当的设置字符串；连接路由器端口的问题较多，这个调制解调器通常等待来自远程调制解调器的连接，连接之前，并不接收设置字符串。如果调制解调器丢失了它的设置，应采用一种方法来初始化远程调制解调器。简单的办法是使用可通过前面板配置的调制解调器；另一种方法是将调制解调器接到路由器的异步接口，建立反向 telnet，发送设置命令配置调制解调器。

show interface async 命令、show line 命令是诊断异步通信口故障使用最多的工具。show interface async 命令输出报告中，接口状态报告关闭的唯一的情况是，接口没有设置封装类型。线路协议状态显示与串口线路协议显示相同。show line 命令显示接口接收和传输速度设置以及 EIA 状态显示。show line 命令可以认为是接口命令（show interface async）的扩展。查看 show line 命令输出的 EIA 信号可以判断网络状态。

确定异步通信口故障一般可用下列步骤：检查电缆线路质量；检查调制解调器的参数设置；检查调制解调器的连接速度；检查 rxspeed 和 txspeed 是否与调制解调器的配置匹配；通过 show interface async 命令和 show line 命令查看端口的通信状况；从 show line 命令的报告检查 EIA 状态显示；检查接口封装；检查信息包丢失和缓冲区丢失情况。

19. SOHO 宽带路由器故障排除

在 SOHO 和中小型企业用户中，宽带路由器应用非常普遍。对于一些网络新手来说，出现一些说明手册未涉及的故障时，有时难以应付。下面就一些常见的故障和问题进行分析，并提供解决方法。

（1）线路不通，无法建立连接

- 用网线将路由器的 WAN 口与 ADSL Modem 相连，电话线连 ADSL Modem 的 Line 口。ADSL Modem 与宽带路由器之间的连接应当使用直通线。
- 检查路由器 LAN 中的 Link 灯信号是否显示，路由器至局域网是否正常联机。路由器的 LAN 端口既可以直接连接至计算机，也可以连接至交换机。

（2）网络设置不正确

查看手册找到路由器默认管理地址，例如，路由器默认 IP 地址是 192.168.1.1，掩码是 255.255.255.0，则将计算机接到路由器的局域网端口。可以使用两种方法为计算机设置 IP 地址。

- 手动设置 IP 地址。设置计算机的 IP 地址为 192.168.1.xxx（xxx 范围是 2~254），子网掩码为 255.255.255.0，默认网关为 192.168.1.1。采用小区宽带接入方式时，应当确保 DHCP 分配的内部 IP 地址与小区采用的 IP 地址在不同的网段。
- 利用路由器内置 DHCP 服务器自动设置 IP 地址。

将计算机的 TCP/IP 协议设置为“自动获得 IP 地址”、“自动获得 DNS 服务器地址”。关闭路由器和计算机电源。先打开路由器电源，然后再启动计算机。

（3）无法进行 ADSL 拨号

打开 Web 浏览器，在地址栏中输入路由器的管理地址，如 192.168.1.1，此时系统会要求输入登录密码。该密码可以在产品的说明书上查询到。进入管理界面，选择菜单“网络参数”→“WAN 口设置”，在右边主窗口中的“WAN 口连接类型”选择 PPPoE，输入“上网账号”和“上网口令”，单击“连接”按钮即可。

（4）ISP 绑定 MAC 地址造成无法连接

有些宽带提供商为了限制接入用户的数量，在认证服务器上对 MAC 地址进行了绑定。此时，可先将被绑定 MAC 地址的计算机连接至路由器 LAN 端口(但路由器不要连接 Modem 或 ISP 提供的接线），然后，采用路由器的 MAC 地址克隆功能，将该网卡的 MAC 地址复制到宽带路由器的 WAN 端口。在 Windows 2000/XP 下单击“开始”→“运行”，输入 cmd/k ipconfig /all，其中 Physical Address 就是本机 MAC 地址。

（5）上网一段时间后掉线，关闭路由器后再开启又可以连通

- 网络中过多 DHCP 服务器引起 IP 地址混乱。需要将网络中的所有 DHCP 服务器关闭，使用手动指定 IP 地址方式或仅保留一个 DHCP 服务器。这些 DHCP 服务器可能存在于 Windows 2000/NT 服务器、ADSL 路由器和 ADSL Modem 中。
- 该型号路由器与 ISP 的局端设备不兼容。这类问题只有换用其他型号的路由器或者 ADSL Modem，再观察问题是否已解决。

- 路由器和 ADSL 设备散热不良。如刚上网时正常，过一会网速下降，这时如果用手摸设备很烫，换一个设备速度就正常，说明散热环境不好。
- 查看所有连接的计算机是否有蠕虫病毒或者木马。先使用杀毒工具和木马专杀工具扫描清除掉计算机内的病毒或者木马，然后再接在网络上。

（6）网费远远超出预计费用

如果是非包月用户，可以选择“按需连接”或者“手动连接”，并且输入自动断线等待时间，防止忘记断线一直连接而浪费上网时间。如果采用计时收费的资费标准，应当将路由器设置为“按需连接”，同时还应当设置自动断线的等待时间，即当在指定的时间内没有 Internet 访问请求时，路由器能够自动切断 ADSL 连接。

（7）出现能用 QQ 和玩游戏，但是不能打开网页的现象

这种情况是 DNS 解析的问题，建议在路由器和计算机网卡上手动设置 DNS 服务器地址（ISP 局端提供的地址）。另外，在“DHCP 服务”设置项，也手动设置 DNS 服务器地址，该地址需要从 ISP 供应商那里获取。

（8）忘记登录路由器管理页面的密码

某些路由器设备后面有一个 Reset 按钮，根据说明按住这个按钮数秒会恢复默认配置，登录 Web 的用户名和密码分别恢复成初始值。

（9）宽带路由器 LAN 口或 WAN 口的 LED 指示灯不亮

宽带路由器的 LAN 口或 WAN 口的 LED 指示灯不亮是设备连接的错误。

- 检查宽带路由器的电源开关是否已经打开。
- 检查 LAN 口是否正确连接至计算机或其他交换机。
- 检查 LAN 口连接至其他设备时，是否采用了交叉线。
- 检查跳线的连通性是否没有问题。
- 检查 WAN 口是否正确连接至 ADSL Modem，或者其他 Internet 接入设备。

（10）无法建立与 ISP 的连接。

宽带路由器无法建立与 ISP 的连接是 Internet 连接的错误。

- Internet 链路故障，对于宽带路由器的用户而言，可能是距离太远。
- 电话线路不好。
- 电磁干扰严重。
- 在滤波器前接入了其他设备。
- 宽带路由器故障。
- ISP 绑定了 MAC 地址，限制了接入用户的数量，均会导致与 Internet 连接不上。

（11）宽带路由器配置错误

宽带路由器配置错误使用户无法正常接入 Internet 的应用。

- 没有正确设置 Internet 接入方式。
- 没有正确设置用户名和密码。
- 没有正确设置 DNS 服务器的 IP 地址，用户不能得到正确的 IP 地址信息。
- 没有正确设置特殊应用程序服务，致使某些网络游戏或网络应用无法实现。

（12）宽带路由器硬件故障

- 宽带路由器散热不良。
- 宽带路由器工作不稳定。
- 宽带路由器损坏。

20. 不明原因的线路故障

故障原因：

- 本地或远程路由器配置丢失。
- 远程路由器未加电。
- 线路故障，开关故障。
- 串口的发送时钟在 CSU/DSU 上未设置。
- CSU/DSU 故障。
- 本地或远程路由器硬件故障。

解决方法：

（1）将 Modem、CSU 或 DSU 设置为 LOOPBACK 状态，用 SHOW INT S*命令确认 LINE PROTOCOL 是否 UP，如果 UP，证明是运营商故障或远程路由器已经 SHUTDOWN。

（2）如果远程路由器也出现上述故障，重复步骤（1）。

（3）检查电缆所连接的串口是否正确，用 SHOW CONTROLLERS 确认哪根电缆连接哪个串口。

9.5.3 路由器硬件故障

1. 硬件故障

- 设置端口本地自环，再用 show interfaces serial command 观察线路协议是否为 UP。若为 UP 状态，则表明故障原因是传输线路或远程路由器配置错误。
- 确认电缆插在正确的端口、正确的 CSU/DSU 和正确的配线架端口上。

2. 硬件故障产生的原因

线路中存在自环设置：硬件自环和软件自环。

解决方案：

（1）使用 show running-config 命令查看端口设置中是否有 loopback 设置。

（2）若存在 loopback 设置，用 no loopback 去掉此设置。

（3）若不存在 loopback 设置，检查 CSU/DSU 是否存在自环设置。

（4）如果认为是路由器硬件故障，更换端口进行测试。

第 10 章　无线网络的有关问题

本章将归纳讲解无线网络的有关问题，如频率的划分、使用及管理，三网融合、无线与有线问题、手机上网等。

10.1　无线电频率划分和波段的命名

10.1.1　频谱、频带、频率、波段和频段

1. 频谱

频谱（frequency spectrum），定义为信号传输中电磁振荡或电磁波的频率范围。

无线电的频谱一般指 9kHz~3000GHz 频率范围内发射无线电波的无线电频率的总称。IEEE 分类的频谱如表 10-1 所示。

表 10-1　IEEE 分类的频谱

频段	频率	波长
ELF（极低频）	30～300Hz	10 000～1 000km
VF（音频）	300～3 000Hz	1 000～100km
VLF（甚低频）	3～30kHz	100～10km
LF（低频）	30～300kHz	10～1km
MF（中频）	300～3 000kHz	1～0.1km
HF（高频）	3～30MHz	100～10m
VHF（甚高频）	30～300MHz	10～1m
UHF（超高频）	300～3 000MHz	100～10cm
SHF（特高频）	3～30GHz	10～1cm
EHF（极高频）	30～300GHz	1～0.1cm
亚毫 m 波	300～3 000GHz	1～0.1mm
P 波段	0.23～1GHz	130～30cm
L 波段	1～2GHz	30～15cm
S 波段	2～4GHz	15～7.5cm
C 波段	4～8GHz	7.5～3.75cm
X 波段	8～12.5GHz	3.75～2.4cm
Ku 波段	12.5～18GHz	2.4～1.67cm
K 波段	18～26.5GHz	1.67～1.13cm
Ka 波段	26.5～40GHz	1.13～0.75cm

国内电信运营商的无线频谱分配情况为以下几种。

（1）中国移动

- GSM900 上行/下行频段：890~909MHz/935~954MHz。
- EGSM900 上行/下行频段：885~890MHz /930~935（中国铁通 GSM-R：885~889MHz /930~934MHz）。
- GSM1800M 上行/下行频段：1710~1725MHz /1805~1820MHz。
- 3G TDD 上行/下行频段：1880~1900MHz 和 2010~2025MHz。

（2）中国联通

- GSM900 上行/下行：909~915MHz /954~960MHz。
- GSM1800 上行/下行：1745~1755MHz /1840~1850MHz。
- 3G FDD 上行/下行：1940~1955MHz /2130~2145MHz。

（3）中国电信

- CDMA800 上行/下行：825~840MHz /870~885MHz。
- 3G FDD 上行/下行：1920~1935MHz /2110~2125MHz。

有关文件规定：

- FDD 方式：1920~1980MHz 和 2110~2170MHz；补充工作频段 1755~1785MHz 和 1850~1880MHz。
- TDD 方式：1880~1920MHz 和 2010~2025MHz；补充工作频段 2300~2400MHz（与无线电定位业务共用）。

对比运营商获得的 3G 频谱和国家规划的 3G 频谱，可以发现：

- 国家并没有将预先划分的 3G 频谱完全交给运营商使用；
- 中国移动在频谱划分的频率宽度和频率特性上占有较大的优势；
- 中国移动获得 1880~1900MHz 的 TDD 频谱，与目前电信和联通的小灵通（PHS）所使用频谱 1900~1920MHz 并不重叠，且主要用于室内覆盖。国家在小灵通的频谱使用上仍留有余地。

2. 频带

频带（frequency band），定义为在规定间隔内的频率范围。是无线电频谱上位于两个特定的频率界限之间的部分。频带的单位是赫兹（Hz）。

对信号而言，频带就是信号包含的最高频率与最低频率这之间的频率范围（当然频率分量必须大于一定的值）。若两者差别很大，可以粗略地认为频带就等于信号的最高频率。

3. 频率

无线电波是一种通过天线传播的电磁波。无线电波具有不同的频率，频率是交变信号在单

位时间内的重复次数。频率的基本单位是赫兹，符号是 Hz，表示一秒内包含的完整周期次数。常用单位有千赫（kHz）、兆赫（MHz）和吉赫（GHz）。频率的分布如图 10-1 所示。

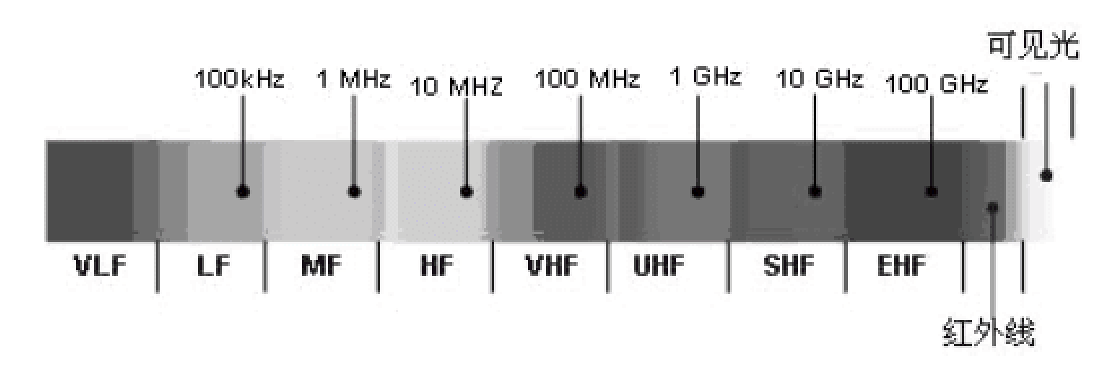


图 10-1　频率

4. 波段

波段（band），定义为在指定的最低波长与最高波长之间的波长范围。

在无线电技术中，波段这个名词具有两种含义。其一是指电磁波频谱的划分，例如长波、短波和超短波等波段。其二是指发射机和接收机等设备的工作频率范围的划分。若把工作频率范围分成多个部分，这些部分也称为波段，例如三波段收音机等。

5. 频段

频段（frequency band），定义为介于两个已定义界限之间的频谱。按照频率从低到高（波长从长到短）的次序，频谱可以划分为不同的频段。不同频段电磁波的传播方式和特点各不相同，它们的用途也不相同。因此，采用不同的工作频率，可以满足多种应用的需要。频段的划分和主要用途如表 10-2 所示。

表 10-2　频段的划分和主要用途

名称	甚低频	低频	中频	高频	甚高频	超高频	特高频	极高频
符号	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF
频率	3~30kHz	30~300kHz	0.3~3MHz	3~30MHz	30~300MHz	0.3~3GHz	3~30GHz	30~300GHz
波段	超长波	长波	中波	短波	m 波	分 m 波	厘 m 波	毫 m 波
波长	1Km~100Km	10Km~1Km	1m~100m	100m~10m	10m~1m	1m~0.1m	10cm~1cm	10cm~1mm
传播特性	空间波为主	地波为主	地波与天波	天波与地波	空间波	空间波	空间波	空间波
主要用途	海岸潜艇通信；远距离通信；超远距离导航	越洋通信；中距离通信；地下岩层通信；远距离导航	船用通信；业余无线电通信；移动通信；中距离导航	远距离短波通信；国际定点通信	电离层散射（30~60MHz）；流星余迹通信；人造电离层通信（30~144MHz）；对空间飞行体通信；移动通信	小容量微波中继通信；（352~420MHz）；对流层散射通信（700~10000MHz）；中容量微波通信（1700~2400MHz）	大容量微波中继通信（3600~4200MHz）；大容量微波中继通信（5850-8500MHz）；数字通信；卫星通信；国际海事卫星通信（1500~1600MHz）	再入大气层时的通信；波导通信

10.1.2　无线电频率的划分、分配和指配

1. 频率划分

无线电频率划分是规定某一无线电频段供地面或空间无线电通信业务，或射电天文业务在规定的条件下使用。频率划分是无线电频率管理的基础和依据，频率的使用必须严格遵守频率划分表的规定，不能违反。

频率划分主要有：我国陆地移动无线电业务频率划分如表 10-3 所示；业余无线电通信频率使用划分如表 10-4 所示；无绳电话使用频率划分如表 10-5 所示；广播及电视频率划分如表 10-6 所示；玩具无线电遥控及通信频率如表 10-7 所示。

表 10-3　我国陆地移动无线电业务频率划分表

频率（MHz）	频率（MHz）	频率（MHz）
29.7~48.5	156.8375~167	566~606
64.5~72.5（广播为主，与广播业务公用）	167~223（以广播业务为主，固定和移动业务为次）	798~960（与广播公用）
72.5～74.6	223~235	1427~1535
75.4~76	335.4~399.9	1668.4~2690
137~144	406.1~420	4400~5000
146~149.9	450.5~453.5	
150.05~156.7625	460.5~463.5	

表 10-4　业余无线电通信频率使用划分表

序号	频率（MHz）	用途	序号	频率（GHz）	用途
1	1.8~2.1	共用	15	1.24~1.30	次要
2	3.5~3.9	共用	16	2.30~2.45	次要
3	7.0~7.1	专用	17	3.30~3.50	次要
4	10.1~10.15	次要	18	5.65~6.35	次要
5	14~14.25	专用	19	10~10.5	次要
6	14.25~14.35	共用	20	24~24.25	次要
7	18.068~18.168	共用	21	47~47.25	共用
8	21~21.45	专用	22	75.5~76	共用
9	24.89~24.99	共用	23	76~81	次要
10	28~29.7	共用	24	142~144	共用
11	50~54	次要	25	144~149	次要
12	144~146	专用	26	241~248	次要
13	146~148	共用	27	248~250	共用
14	430~440	次要	28		

- 共用为：业余业务，主要业务和其他业务共用频段；
- 专用为：作为专用频段；
- 次要为：次要和其他业务共用频段。
- 其中第 2 至 9 项和第 12 项可用于自然灾害通讯；160~162MHz 为气象频段。

表 10-5　无绳电话使用频率划分表

组数	座机发射频率（MHz）	手机发射频率（MHz）
1	45.000	48.000
2	45.025	48.025
3	45.050	48.050
4	45.075	48.075
5	45.100	48.100
6	45.125	48.125
7	45.150	48.150
8	45.175	48.175
9	45.200	48.200
10	45.225	48.225

注：1992 年制定。规定无绳电话频道间隔为 25kHz，座机发射功率不得超过 50mW，手机发射功率不得超过 20mW。发射类别为 F3E、F1D、G3E。

表 10-6　广播及电视频率划分表

波段	频率	电台间隔	用途
LF（LW）	120~300kHz	——	长波调幅广播
MF（AM）	525~1605kHz	9kHz	中波调幅广播
HF（SW）	3.5~29.7MHz	9kHz	短波调幅广播及单边带通讯
VHF（FM）	88~108MHz	150kHz	调频广播及数据广播
VHF	48.5~92MHz	8MHz	电视及数据广播
VHF	167~223MHz	8MHz	电视及数据广播
UHF	223~443MHz	8MHz	电视及数据广播
UHF	443~870MHz	8MHz	电视及数据广播

表 10-7　玩具无线电遥控及通信频率表

通信设备	带宽(kHz)	发射功率(mW)	频率(MHz)	遥控设备	带宽(kHz)	发射功率(W)	频率(MHz)
1	<12	≤100	26.965	1	≤8	≤1	26.975
2	<12	≤100	26.985	2	≤8	≤1	26.995
3	<12	≤100	27.005	3	≤8	≤1	27.015
4	<12	≤100	27.025	4	≤8	≤1	27.045
5	<12	≤100	27.055	5	≤8	≤1	27.065
6	<12	≤100	27.075	6	≤8	≤1	27.095
7	<12	≤100	27.105	7	≤8	≤1	27.115
8	<12	≤100	27.125	8	≤8	≤1	27.145
9	<12	≤100	27.165	9	≤8	≤1	27.195
10	<12	≤100	27.185	10	≤8	≤1	27.255

注：通信设备发射类别：H1A、R1A、J1A、A1A、F1A、H3E、R3E、J3E、A3E、F3E。

2. 频率分配方式

无线电频率划分为分配规划、指配规划及介于二者之间的规划。频率的分配是指将频率根据不同的业务进行分配，以避免频率使用方面的混乱。分配是指批准频率（或频道）给某一个或多个国家、地区或部门对无线电业务的需求，并在规定的条件下使用。在国际上，通过召开世界或区域性无线电通信大会，制定有关决议或某项规划来进行频率分配，通常附有相关的程序和各项技术特征。在我国，一般通过下达频率分配文件的形式，为频率需求部门分配专用频率。根据我国无线电管理条例的规定，频率分配由国家无线电管理机构统一进行。

3. 频率指配方式

频率指配是国家或地方无线电管理机构根据设台（站）审批权限，批准某单位或个人的某一无线电台（站）在规定的条件下使用某一无线电频率。根据无线电管理条例的规定，通信范围或服务区域涉及两个以上的省、自治区或涉及境外的无线电台（站），中央国家机关及其在京直属单位设置、使用的无线电台（站），由国家无线电管理机构指配频率。在省、自治区、直辖市范围内通信或服务的无线电台（站），由省、自治区、直辖市无线电管理机构指配频率。国务院有关部门对分配给本系统使用的频段和频率进行指配。未经批准，任何组织或者个人不得编制、使用无线电台频率。

10.1.3　无线电频率区域划分

国际电信联盟将无线电频率划分为三个区域。第一区域包括欧洲、非洲和部分亚洲国家；第二区域包括南、北美洲；第三区域包括大部分亚洲国家和大洋洲，我国属于第三区。我国频率划分以国际频率划分表第三区频率划分为依据，结合我国实际情况，制定了我国的无线电频率划分规定。

（1）第一区域

第一区域包括东限于 A 线（A、B、C 线在后面进行定义）和西限于 B 线所划定的地区，但位于两线之间的任何伊朗伊斯兰共和国领土除外。该区域亦包括亚美尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、蒙古、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、俄罗斯、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、土耳其和乌克兰的整个领土以及位于 A、C 两线间俄罗斯以北的地区。

- A 线：A 线由北极沿格林尼治以东 40° 子午线至北纬 40° 线，然后沿大圆弧至东 60° 子午线与北回归线的交叉点，再沿东 60° 子午线而至南极。
- B 线：B 线由北极沿格林尼治以西 10° 子午线至该子午线与北纬 72° 线的交叉点，然后沿大圆弧至西 50° 子午线与北纬 40° 线的交叉点，然后沿大圆弧至西 20° 子午线与南纬 10° 线的交叉点，再沿西 20° 子午线而至南极。
- C 线：C 线由北极沿大圆弧至北纬 65° 30′ 线与白令海峡国际分界线的交叉点，然后沿大圆弧至格林尼治以东 165° 子午线与北纬 50° 线的交叉点，再沿大圆弧至西

170° 子午线与北纬 10° 线的交叉点，再沿北纬 10° 线至它与西 120° 子午线的交叉点，然后由此沿西 120° 子午线而至南极。

（2）第二区域

第二区域包括东限于 B 线和西限于 C 线之间的地区。

（3）第三区域

第三区域包括东限于 C 线和西限于 A 线之间所划定的地区，但亚美尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、蒙古、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、俄罗斯、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、土耳其和乌克兰的任何领土部分和俄罗斯以北的地区除外。本区亦包括伊朗伊斯兰共和国位于两限以外的那部分领土，中国位于第三区域。国际电联（ITU）区域划分如图 10-2 所示。

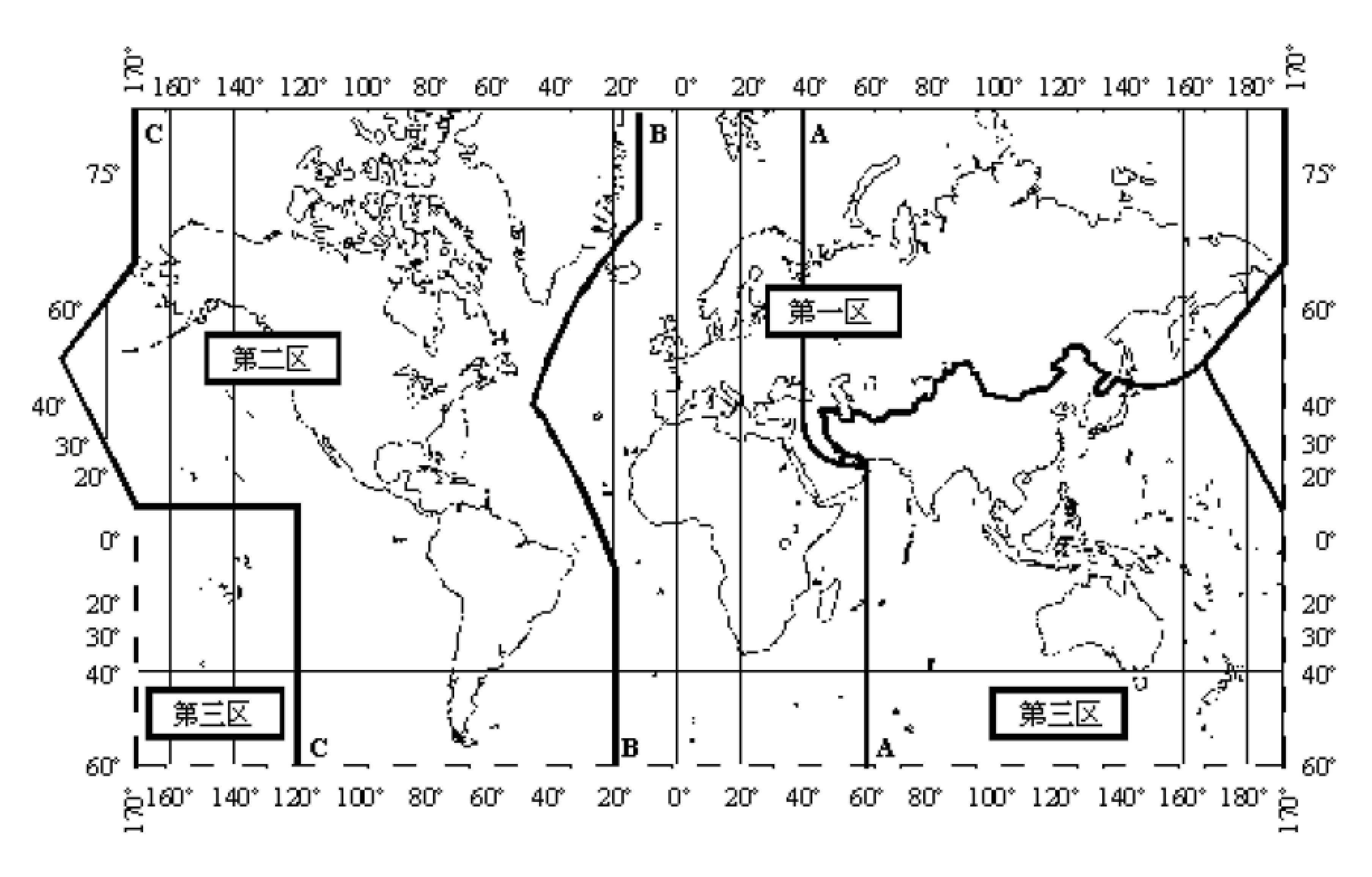


图 10-2　国际电联（ITU）区域划分图

10.1.4　无线电频谱频带（频段）划分

无线电频谱可分为 14 个频带，如表 10-8 所示。常用字母代码和业务频段如表 10-9 所示。无线电频率以 Hz（赫兹）为单位，其表达方式为：

- 3 000kHz 以下（包括 3 000kHz），以 kHz（千赫兹）表示；
- 3MHz 以上至 3 000MHz（包括 3 000MHz），以 MHz（兆赫兹）表示；
- 3GHz 以上至 3 000GHz（包括 3 000GHz），以 GHz（吉赫兹）表示。

表 10-8　14 个频带

带号	频带名称	频率范围	波段名称	波长范围
–1	至低频（TLF）	0.03~0.3Hz	至长波或千兆米波	10 000~1000 兆米（Mm）
0	至低频（TLF）	0.3~3Hz	至长波或百兆米波	1 000~100 兆米（Mm）
1	极低频（ELF）	3~30Hz	极长波	100~10 兆米（Mm）
2	超低频（SLF）	30~300Hz	超长波	10~1 兆米（Mm）
3	特低频（ULF）	300~3000Hz	特长波	1 000~100 千米（km）
4	甚低频（VLF）	3~30kHz	甚长波	100~10 千米（km）
5	低频（LF）	30~300kHz	长波	10~1 千米（km）
6	中频（MF）	300~3000kHz	中波	1 000~100 米（m）
7	高频（HF）	3~30MHz	短波	100~10 米（m）
8	甚高频（VHF）	30~300MHz	米波	10~1 米（m）
9	特高频（UHF）	300~3000MHz	分米波	10~1 分米（dm）
10	超高频（SHF）	3~30GHz	厘米波	10~1 厘米（cm）
11	极高频（EHF）	30~300GHz	毫米波	10~1 毫米（mm）
12	至高频（THF）	300~3000GHz	丝米波或亚毫米波	10~1 丝米（dmm）

表 10-9　常用字母代码和业务频段对应表

字母代码	雷达		空间无线电通信	
	频率范围（GHz）	举例（GHz）	标称频段	举例（GHz）
L	1~2	1.215~1.4	1.5GHz 频段	1.525~1.710
S	2~4	2.3~2.5 2.7~3.4	2.5GHz 频段	2.5~2.690
C	4~8	5.25~5.85	4/6GHz 频段	3.4~4.2 4.5~4.8 5.85~7.075
X	8~12	8.5~10.5	-	
Ku	12~18	13.4~14.0 15.7~17.3	11/14GHz 频段 12/14GHz 频段	10.7~13.25 14.0~14.5
K（注）	18~27	24.05~24.25	20GHz 频段	17.7~20.2
Ka（注）	27~40	33.4~36.0	30GHz 频段	27.5~30.0
V	40~75	46~56	40GHz 频段	37.5~42.5 47.2~50.2

注：对于空间无线电通信，K 和 Ka 频段一般只用字母代码 Ka 表示；简化称呼作参考之用。

10.2 无线电频率管制规定、划分规定和要求

10.2.1　无线电频率管制规定

无线电频谱资源支持的无线电新技术和新业务不断涌现，无线电技术更加广泛地应用

于社会的各个层面，在通信、广播电视、卫星、民航、航运、交通、抢险救灾、遥测、遥感、遥控、射电天文和深空探测等领域发挥了巨大的作用，成为社会发展的重要驱动力。它所涵盖的范围和影响的深度，使无线电频谱资源影响任何地方和角落，也深刻地作用于国民经济、社会生活的方方面面。

无线电频率管制是为了维护国家安全和社会公共利益，保障无线电频率的有效实施制定。无线电管制是指在特定时间和特定区域内，依法采取限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。

无线电管制措施：

- 对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备进行清查、检测;
- 对电磁环境进行监测，对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用情况进行监督;
- 采取电磁干扰等技术阻断措施;
- 限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用。

10.2.2 我国无线电频率划分规定

为了充分、合理、有效地利用无线电频谱资源，保证无线电业务的正常运行，防止各种无线电业务、无线电台站和系统之间的相互干扰，有关部门制定了相应的划分规定。

10.2.3 我国无线电频率划分范围

中国工业和信息化部对无线电频率划分。

- 中华人民共和国无线电频率划分。
- 中华人民共和国无线电频率划分又分为“中国内地”、“中国香港”、“中国澳门”、“中国台湾”。中国台湾待规划，划分表中未划分。
- 国际电联第三区无线电频率划分。

“国际电联第三区无线电频率划分”是指按国际电信联盟《无线电规则》频率划分表划分中国际电联第三区的频率。

中国工业和信息化部对无线电频率划分为： kHz、MHz、GHz。

- kHz

kHz 范围：9~5730kHz；5730~21850kHz

- MHz

MHz 范围：21.85~401MHz；401~7900MHz；7.9~66GHz

- GHz

GHz 范围：66~275GHz；275Ghz 以上，不划分。

请参见 2010 年 12 月 1 日起施行的《中华人民共和国无线电频率划分规定》。

10.2.4　最大杂散域发射功率限值要求

各种业务类别的无线电发射设备应规定有通用的杂散域发射的最低限值要求，如表 10-10 所示。表 10-10 是各种业务类别无线电发射设备的最大杂散域发射功率限值要求。除天线及传输线外，从该设备的任何部分发出的杂散发射的影响，不应大于在杂散发射频率上以最大容许功率加到天线系统而出现的影响。对具有无线电发射功能、并兼有信息技术设备（ITE）特征的受测试设备，若 ITE 部分能分离及可以独立操作使用，则 ITE 部分按 GB9254-2008 标准要求执行，无线电发射部分的杂散域发射功率限值要满足本条款要求；若 ITE 部分不能单独操作使用，则受测试设备在发射状态下的杂散域发射功率限值要满足本条款要求，而受测试设备在待机/空闲状态下的测试按 GB9254-2008 标准要求执行。

表 10-10　规定业务的最大杂散域发射功率限值要求

业务类别或设备种类	杂散域发射功率限值要求
除下面描述的业务类别或设备种类外 a	43+10lgP，或 70dBc，取要求较低的。
固定业务 b	−50dBm（30MHz≤f＜21.2GHz） −30dBm（21.2GHz≤f＜ 表 1 确定的上限频率）
固定业务—终端站（有用户设备接口的外围站）	−40dBm（30MHz≤f＜21.2GHz） −30dBm（21.2GHz≤f＜表 1 确定的上限频率）。
陆地移动业务（移动和固定站）	−36dBm（9kHz≤f< 30MHz） −36dBm（30MHz≤f< 1GHz） −30dBm（1GHz≤f< 表 1 确定的上限频率）。
30MHz 以下微功率（短距离）设备	29~10lg（f（kHz）/9）dBμA/m　（9kHz<f≤10MHz） −1dBμA/m（10MHz<f <30MHz，在 10m 处，准峰值） −36dBm（30MHz≤f<1GHz，下面特殊频段除外） −54dBm（适用 48.5~72.5MHz、76~87MHz、167~223MHz、470~566MHz、606~798MHz 特殊频段） −30dBm（1GHz≤f<表 1 确定的上限频率）
30MHz 以上微功率（短距离）设备、无线本地网、无绳电话、无线话筒	−36dBm（30MHz≤f<1GHz，下面特殊频段除外） −54dBm（适用 48.5~72.5MHz、76~87MHz、167~223MHz、470~566MHz、606~798MHz 特殊频段） −30dBm（1GHz≤f<表 1 确定的上限频率）
广播电视 a c	46+10lgP，或 60dBc，取要求较低的。对于 VHF 电台，不能超过 0dBm 绝对平均功率电平；对于 UHF 电台，不能超过 11dBm 绝对平均功率电平。
30MHz 以下广播 a	50dBc，同时不能超过 17dBm 绝对平均功率电平。

（续表）

业务类别或设备种类	杂散域发射功率限值要求
30MHz 以上调频广播	对于 87MHz≤f≤108MHz −36dBm（P＜9dBW） 75dBc（9dBW≤P< 29dBW） −16dBm（29dBW≤P< 39dBW） 85dBc（39dBW≤P< 50dBW） −5dBm（50dBW≤P）
SSB 移动电台 a	比 PEP 低 43dB。
30MHz 以下业余发射设备 a	43+10lgPEP，或 50dBc，取要求较低的。
30MHz 以上业余发射设备 a	43+10lgP，或 70dBc，取要求较低的。
用于测定业务的雷达系统：固定测向站 d（风向剖面制作、多频、有源阵雷达除外）	−30dBm 或比 PEP 低 100dB，取要求较低的。
VSAT（小口径终端）、SNG（新闻通讯卫星）、可搬移卫星站	满足 GB9254-98 标准 B 类限值要求（f≤1GHz） 49dBpW/100kHz（1GHz<f≤3.4GHz） 55dBpW/100kHz（3.4GHz<f≤10.7GHz） 61dBpW/100kHz（10.7GHz<f≤21.2GHz） 67dBpW/100kHz（21.2GHz≤f<表 1 确定的上限频率） 使用单位：e.i.r.p（等效全向辐射功率）
安全业务和特别业务	无限制

10.2.5　固定业务参考测量带宽规定值

对固定业务，以信道间隔（CS）或必要带宽（NB）为基本参数确定的过渡区测量频段和对应参考测量带宽规定值的示意图如图 10-3 所示。频谱过渡区各测量频段的推荐规定值如表 10-11 所示。

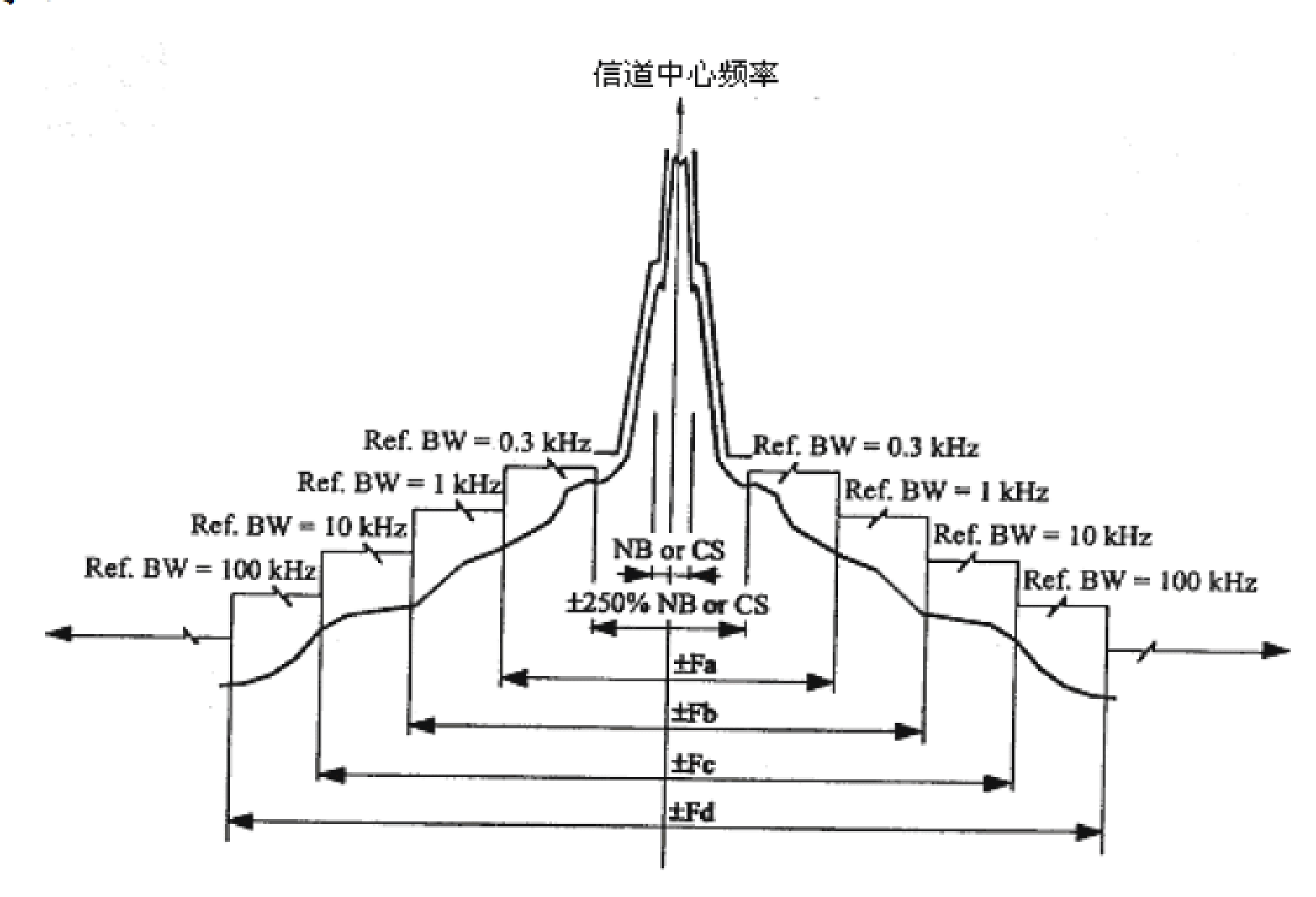


图 10-5　固定业务频谱过渡区测量频段和对应参考测量带宽规定值示意图

- ± Fd 测量频段不适用于 1GHz 以下业务工作频段;

- ±Fc 测量频段不适用于 30MHz 以下业务工作频段；
- ±Fb 测量频段不适用于 150kHz 以下业务工作频段。

其中：NB——必要带宽；
CS——信道间隔；
Ref.BW——参考带宽。

表 10-11　频谱过渡区各测量频段的推荐规定值

业务工作频段	信道间隔 CS MHz	典型传输速率 FS Mbit/s	Fa RBW＝0.3 kHz	Fb RBW＝1 kHz	Fc RBW＝10 kHz	Fd RBW＝100 kHz
低于 21.2GHz（终端站）	0.01≤CS<1	FS≈0.006~0.8	—	—	14	70
	1≤CS<10	FS≈0.6~8	—	—	28	70
	CS≥10	FS>6	—	—	49	70
低于 21.2GHz（其他站）	0.01≤CS<1	FS≈0.006~0.8	3.5	7	14	70
	1≤CS<10	FS≈0.6~8	—	14	28	70
	CS≥10	FS>6	—	—	49	70
高于 21.2GHz（所有站）	1≤CS<10	FS≈0.6~8	—	—	—	70
	CS≥10	FS>6	—	—	—	—

10.2.6　卫星业务涉及的频段

卫星业务是一种国际性业务，必须遵守《无线电规则》所规定的频率划分规定。《无线电规则》的频率划分在世界三个区域内是基本一致的。各国的频率划分，除个别被国际无线电频率划分表脚注条款认可外，一般与国际划分也是一致的。根据《无线电规则》第二章第 5 条“频率划分”：空间业务频率划分，低端涉及 2501kHz 的空间研究业务，高端涉及 275GHz 的卫星固定（地对空）业务。

其中，在中国所在的第三区的 HF 频段（3~30MHz），有空间研究业务和卫星业余业务；在 VHF 频段（30~300MHz），有空间研究业务、卫星业余业务、空间操作业务、卫星气象业务及卫星移动业务等；在 UHF（300~1000MHz）和 SHF 频段（1~30GHz），主要有空间研究业务、空间操作业务、卫星气象业务、卫星移动业务、卫星固定业务、卫星广播业务、卫星地球探测业务及卫星无线电导航业务等，其中 SHF 频段通常进一步分为 L、S、C、X、Ku、Ka 频段；在 EHF 频段（30~300GHz），除了有 SHF 频段所具有的业务外，还有卫星间业务和卫星业余业务。低于 2.5GHz 的 L 频段（1~2GHz）和 S 频段（2~4GHz）大部分用于静止卫星的指令传输及特殊卫星业务如卫星导航等；大多数卫星固定业务使用 C 频段（4~8GHz）和 Ku 频段（12~18GHz）；Ka 频段（18~40GHz）作为星际链路频率已开始应用。

《无线电规则》中，关于中国所在的第三区非规划频段的卫星固定业务的频率划分如下：

- S 频段（MHz）
  - 空对地：2500~2535；

  - 地对空：2655~2690。
- C 频段（MHz）
  - 空对地：3400~3700、3700~4200;
  - 地对空：5850~5925、5925~6425、6425 ~ 6725。
- X 频段（MHz）
  - 空对地：7250~7750;
  - 地对空：7900~8400。
- Ku 频段（GHz）
  - 空对地：10.95~11.2、11.45~11.7、12.2~12.75;
  - 地对空：13.75~14、14~14.5。
- Ka 频段（GHz）
  - 空对地：17.7~21.2;
  - 地对空：27.5~31。

《无线电规则》中，关于第三区规划频段的卫星广播业务和卫星固定业务的频率划分如下：

- 卫星广播业务
  - 空对地：11.7~12.2;
  - 地对空（馈线链路）：14.5~14.8、17.3 ~ 18.1。
- 固定业务 C 频段（MHz）
  - 空对地：4500~4800;
  - 地对空：6725~7025。
- Ku 频段（GHz）
  - 空对地：10.7~10.95、11.2 ~ 11.45;
  - 地对空：12.75~13.25。

10.3 频谱管理

10.3.1 频谱管理的重要性

频谱管理的重要性主要有如下 16 点。

1. 无线电频谱是有限的自然资源

由于较高频率上的无线电波的传播特性，无线电业务不能无限地使用较高频段的无线电频率，目前人类对于 3000GHz 以上的频率还无法开发和利用，尽管使用无线电频谱可以根据时间、空间、频率和编码四种方式进行频率的复用，但就某一频段和频率来讲，在一

定的区域、一定的时间和一定的条件下使用频率是有限的，频谱是有限的自然资源。

2. 无线电频谱的排他性

无线电频谱资源与其他资源具有共同的属性，即排他性，在一定的时间、地区和频域内，一旦被使用，其他设备是不能再用的。

3. 频谱稀缺

随着无线电技术的进步和经济社会的发展，各种用途和各式各样的无线电设备大量涌现，各行各业对无线电频率的需求越来越多。目前的趋势是，随着我国经济的进一步发展，公路铁路运输、航空运输、航海运输对相关的通讯和导航技术，特别是新兴的G PS定位和卫星通讯的需求将进一步加大。与这些领域相关的通讯和导航服务，将占去部分无线电频谱频段。因此，未来留给电信行业，特别是未来 4G 网络使用的频段越来越成为稀缺资源。

频谱稀缺的问题不止发生在中国，而是一个世界性的问题，频谱资源属于国家的重要战略性资源，国家对无线电频谱资源的所有权神圣不可侵犯。

4. 维护电波秩序，保障信息安全

随着各种无线电新技术的广泛应用和加速普及，空中电磁环境日趋复杂，无线电管理机构维护电波秩序、维护社会稳定和信息安全的任务更加繁重，在无线电安全保障方面肩负着十分重要的使命。在新的形势下，无线电管理工作面临许多挑战，需要无线电管理机构认真研究、准确把握，采取措施积极应对。

5. 无线电管理是一项具有高技术特点的政府职能工作

无线电管理是一项具有高技术特点的政府职能工作，而无线电波具有“看不见、摸不着”的特性，使得社会公众难以全面、正确地认识无线电管理工作的重要性。实际上，在无线电技术应用全面普及、社会信息化加速推进的今天，无线电管理工作不仅事关无线电事业的持续健康发展，而且事关国家经济建设、国家安全和国防安全和社会和谐稳定。

6. 复用性

虽然无线电频谱具有排他性，但在一定的时间、地区、频域和编码条件下，无线电频率是可以重复使用和利用的，即不同无线电业务和设备可以频率复用和共用。

7. 非耗竭性

无线电频谱资源又不同于矿产、森林等资源，它是可以被人类利用，但不会被消耗掉，不使用它是一种浪费，使用不当更是一种浪费，甚至由于使用不当产生干扰而造成危害。

8. 固有的传播特性

无线电波按照一定规律传播，不受行政地域的限制，是无国界的。

9. 易污染性

如果无线电频率使用不当，就会受到其他无线电台、自然噪声和人为噪声的干扰而无法正常工作，或者干扰其他无线电台站，使其不能正常工作，使之无法准确、有效和迅速地传送信息。因而要合理利用频谱资源，维护良好的空中电波秩序，必然需要国家的统一控制和管理。

10. 军事利用

在信息革命迈进的过程中，电子信息战在现代战争中扮演着重要的角色，战场电磁环境日趋复杂，频谱资源在现代战争中的地位日益凸显，频谱管理已成为影响战争胜负的重要因素之一。

11. 无线电波就在我们身边

无线电波无影无形，但它并非远离我们的生活，相反，它就在我们身边，大到火箭、卫星发射、民航通信和铁路调度，小到我们使用的手机、无线网卡、遥控车钥匙，无线电应用已经渗透到国民经济、社会生活和国防建设的各个领域，无线通信已经进入千家万户。

12. 创造的经济价值

电磁频谱每年为国家经济总量贡献 3 至 5 个百分点，2011 年上半年，我国移动通信收入累计完成 3367.3 亿元，比上年同期增长 14.0%，在电信主营业务收入中所占的比重从上年同期的 68.63%上升到 71.03%，由无线电频谱资源直接产生的无线通信产业成为电信业务收入增长的支柱。

13. 无线电干扰

随着无线技术的推陈出新和无线电应用的日益广泛，无线电干扰呈现多样化态势，一些不法分子利用无线电技术和设备进行违法犯罪活动，损害人民群众利益，扰乱社会治安。

在普通高考、研究生考试、国家公务员考试、司法考试和注册会计师考试等各类全国重大考试中，无线电管理机构积极防范和打击利用无线电设备作弊行为，维护了考试的公平公正。

无线电干扰带来的危害是非常大的，特别是对航空通信和水上通信等安全业务的干扰，直接威胁到社会的稳定、国家安全和人民生命财产安全。

对航空导航通信和水上通信的干扰。比如对某机场塔台指挥频率的干扰，会造成飞机返程和航班严重积压。对机场无线电导航遥控台干扰，会影响航班的安全起降，对水上通信河岸电台的干扰，影响过往船只通信调度，危及船只安全。对防汛、防火、气象等系统的干扰，会不但会严重影响汛期、火险时的指挥调度，也会使人民生命财产遭受了很大损失。对铁路、交通、电力、电信、广播电视等行业系统的干扰，会造成铁路列车的调度失灵，电信业务中断和影响人们收看电视、收听广播等等。

总之，无线电干扰的发生已经严重危害到国家、各行各业和人民生命财产的安全，给

社会生活的方方面面带来不利影响。

14. 使用权

无线电频谱资源一旦经无线电管理机构指配给特定用户，在规定时间、空间范围内，使用权属于该用户。其他用户不得使用，国家严禁仿制、伪造或者出借。

15. 无线电频谱是“无形的战斗力资源”

制电磁权已经被军事专家提到与制海权、制空权同样的高度。要打赢信息化战争，就要实现对电磁频谱的有效控制和使用。1982 年，叙以贝卡谷地之战，以军用电子战飞机施放强烈电磁干扰，同时用空中预警机掩护导航，用反辐射导弹将叙军苦心经营 10 年的 19 个导弹基地全部摧毁。目前，世界上一些军事强国普遍认为，电磁频谱是能支持机动作战、分散作战和高强度作战的重要媒体。认为“频谱是一种无形的战斗力，并且是可与火力、机械动力相提并论的新型战斗力”。甚至预言，“21 世纪将是频谱战的时代”，“战时频谱资源如同弹药、油料一样重要，是作战必需的物质基础”。

16. 要求无线电管理强化安全保障

无线电安全已成为关系国家政治安全、社会稳定和军事安全的关键领域，是国家安全的重要组成部分。由于无线电波具有开放性和易受干扰的特点，重要无线电业务和无线电台（站）容易成为恶意攻击或干扰的目标。无线电技术成为进行破坏活动的手段之一。

因此，需要无线电管理机构对它进行统一管理，确保空中电波秩序的有序和无线电业务的正常运行。

10.3.2　无线电管理体系

无线电管理由国家无线电管理机构在国务院、中央军事委员会的领导下负责全国无线电管理工作；省、自治区、直辖市和设区的市无线电管理机构在上级无线电管理机构和同级人民政府领导下负责辖区内除军事系统外的无线电管理工作。国家无线电管理机构对无线电波和卫星轨道资源的研究、开发和使用所实施的、以实现合理、有效利用无线电频谱和卫星轨道资源的行为、活动和全过程。无线电管理是一种国家行为，他是由国家所授权和特许的机关来实施的活动。无线电管理的对象是研究、开发和使用无线电波的各种活动。无线电管理是通过计划、规划、组织、控制、激励、协调、指挥、监督、执行等手段和方法来实现的。无线电管理的最终目的是保证合理有效地利用无线电频谱和卫星轨道资源。

无线电管理实行统一领导、统一规划、分工管理和分级负责的原则，贯彻科学管理和促进发展的方针。

电台呼号由国家无线电管理机构编制和分配，由国家无线电管理机构、地方无线电管理机构或者国家无线电管理机构委托的国务院有关部门指配。

经国务院有关部门指配的电台呼号，应当抄送无线电台（站）所在省、自治区、直辖市无线电管理机构备案。

经无线电管理机构指配的船舶电台呼号，应当抄送国务院交通主管部门备案。

10.3.3 频谱管理职责

我国无线电管理机构的主要职责有以下几点。

（1）拟订无线电管理的方针、政策和行政法规；

（2）制订无线电管理规章；

（3）编制无线电频谱规划；

（4）负责无线电频率的划分、分配与指配；

（5）依法监督管理无线电台（站）；

（6）负责卫星轨道位置协调和管理；

（7）监测无线电频率和卫星轨道资源的使用状况；

（8）协调处理军地间无线电管理相关事宜；

（9）负责无线电监测、检测、干扰查处，协调处理电磁干扰事宜，维护空中电波秩序；

（10）依法组织实施无线电管制；

（11）承担为保障国家安全或者国家重大任务而开展的特殊监测任务，以及对涉及国家安全和人民生命财产安全、公共利益等重要无线电业务实施保护性监测；

（12）查找无线电干扰源及非无线电设备辐射无线电波的干扰源；

（13）查找未经批准擅自使用的无线电台（站）；

（14）监测境外无线电台（站）在我国境内的无线电波状况是否遵守有关国际规则或者与我国所达成的协议；

（15）负责无线电台（站）、频率的统一管理；

（16）制定无线电管理方面的行业标准；

（17）组织无线电管理方面的科学研究工作；

（18）负责全国的无线电监测工作；

（19）按照国家有关规定，检测无线电设备的主要技术指标，检测工业、科学和医疗应用设备、信息技术设备和其他电器设备等非无线电设备的无线电波辐射；

（20）按照国家有关规定，测试有关电波参数和电磁环境；

（21）经国家无线电管理机构批准，并按照有关规定对非法无线电发射采取技术措施进行制止；

（22）统一办理涉外无线电管理方面的事宜。

10.3.4 无线电频率管理原则

国家对无线电频率资源实行统一规划、合理开发、科学管理、有偿使用的原则。国家对无线电频率的划分、分配和指配采用行政许可的方式（国家另有规定的除外）。国家对不同频率、不同用途的电台，按规定征收一定的频率占用费，达到对频率使用进行合理调控的目的，以支持国家对无线电频率资源的不断开发和管理。未经国家和地方无线电管理

机构批准，任何单位和个人不得擅自使用无线电频率，不得转让、出租或变相出租无线电频率。

10.3.5　频谱管理主要内容

1. 国际无线电频谱管理主要内容

国际无线电规则对各国使用无线电频谱和卫星轨道位置的权利和义务作出规范，主要体现在以下 3 个方面。

（1）无线电频率划分表。在该表中表明了 9kHz~400GHz 的每一频段划分给某一种或几种特定的无线电业务使用。它是对各种无线电业务使用频率进行管理的基础，各国均应遵守．如果某国使用的频率与频率划分表不一致，必须事先取得可能受到影响的其他国家的同意。

（2）频率的通知、协调和登记。在共同频段内的空间业务和地面业务以及其他无线电业务，必须要在使用前进行协调，以保证同频段各种业务的协调发展。只有经过成功协调和审查合格的频率指配才能得到国际承认或保护。

（3）频率的规划。编制频率规划，按通过的频率规划进行管理是电联多年来对某些无线电业务和无线电频段进行管理的一种主要方法，也是国际无线电规则的重要组成部分。对有权力的大会通过的规划，各签字国均必须遵守。各国凡按规划使用的频率，都有权受到国际保护。凡频率使用与规划不一致的，应按规划修改程序进行，与相关国家达成协议后方可使用，否则不予保护。

2. 国家频谱管理主要内容

国家频谱管理主要有如下 13 点。

（1）加强无线电管理，维护空中电波秩序，有效利用无线电频谱资源，保证各种无线电业务的正常进行。

（2）对国家行政区域内使用无线电频谱资源，设置、使用无线电台（站），研制、生产、销售、进口无线电发射设备，使用辐射无线电波的非无线电设备，无线电监测以及相关的管理活动。

（3）坚持科学管理、保护资源、保障安全、促进发展的原则。

（4）组织编制无线电事业发展规划，充分利用无线电频谱资源，促进经济发展、社会稳定。

（5）负责行政区域内的无线电管理工作。按照职责，做好有关无线电管理工作。

（6）向社会宣传无线电知识，引导、鼓励和支持提高无线电频谱资源利用率的新技术新业务的应用，促进无线电频谱资源共享和优化配置。

（7）无线电行业协会和依法设立从事无线电检测、技术咨询、培训等业务的技术服务机构应当遵守法律、法规规定，接受无线电监督管理机构的监督和指导，加强行业自律。

（8）无线电频率管理。无线电频率管理主要有如下 17 点。

1）根据国家无线电频率的统一划分和频谱资源规划，以及无线电事业发展规划，编制无线电频谱资源规划。

2）使用无线电频率，应当具备以下条件。

- 符合国家无线电频率划分和频谱资源规划；
- 具有明确的用途和可行的技术方案；
- 具有相应的专业技术人员、设施；
- 法律、法规规定的其他条件。

3）使用无线电频率，应当向地级以上市无线电主管部门提出书面申请。但是，中央直属单位使用无线电频率，以及跨行政区域使用无线电频率，应当向无线电主管部门提出书面申请。

4）无线电主管部门受理无线电频率使用申请后，应当根据国家和省规定的审批权限，在二十日内作出是否指配的决定并书面告知申请人；作出不予指配决定的，应当说明理由和依据。

5）对用于经营性的无线电频率，可以依法采用招标、拍卖等方式指配。

6）无线电频率申请人应当在获得频率使用权之日起六个月内办理设台（站）使用手续；逾期未办理的，由原指配频率的无线电主管部门收回频率；因特殊情况需要延长办理时间的，申请人应当在限期内向原指配频率的无线电主管部门申请。

7）无线电频率使用期限不得超过十年。在无线电频率使用期限内，使用者终止使用所指配的无线电频率的，应当提前三十日向原指配的无线电主管部门办理注销手续。

8）未经无线电主管部门批准，任何单位或者个人不得擅自转让无线电频率使用权，不得扩大频率使用范围或者改变使用用途。禁止出租或者变相出租无线电频率。

9）取得无线电频率使用权的单位或者个人应当按照国家有关规定缴纳无线电频率占用费。

10）无线电主管部门收取的频率占用费，应当及时上缴财政，不得截留、挪用。

11）无线电频率占用费的减免，按照国家有关规定执行。

12）无线电主管部门根据国家无线电频率划分规定，可以开放部分公众无线电频率，制定相应的技术规范，并向社会公布。使用公众无线电频率，无需申请频率指配许可和办理无线电台执照，无需缴纳无线电频率占用费。

13）已经指配的无线电频率，连续两年未使用的，原指配的无线电主管部门应当予以收回。

14）无线电频率使用期届满，如需继续使用的，应当在届满三十日前，向原指配的无线电主管部门重新提出申请。变更使用无线电频率的，应当提前三十日向原指配部门提出申请；符合法定条件、标准的，无线电主管部门应当依法办理变更手续。

15）因国家修改无线电频率划分，或者因公共利益的需要调整或者提前收回已指配的无线电频率，给使用无线电频率的单位或者个人造成损失的，依法给予补偿。

16）因国家决定实施国防动员，需要征用已指配的无线电频率的，由指配无线电频率的无线电主管部门的同级人民政府依法征用。被征用的无线电频率使用完毕，应当及时返

还。因征用造成直接损失的，依法给予补偿。鼓励业余无线电爱好者、志愿者或者组织在发生重大自然灾害等紧急救援时，参与或者提供应急通信服务。

17）对依法设置的无线电台（站），无线电管理机构应当保护其使用的频率免受有害干扰。处理无线电频率相互有害干扰，应当遵循带外让带内、次要业务让主要业务、后用让先用、无规划让有规划的原则；遇特殊情况时，由国家无线电管理机构根据具体情况协调、处理。

（9）无线电台（站）的设置和使用管理。无线电台（站）的设置和使用管理主要有如下 21 点。

1）地级以上市无线电主管部门应当会同同级人民政府有关主管部门根据无线电事业发展规划、无线电频谱资源规划编制无线电站址资源规划。无线电站址资源规划应当符合城乡规划、土地利用总体规划和环境保护规划。

2）设置、使用无线电台（站），应当具备下列条件。

- 已取得无线电频率使用权；
- 符合无线电站址资源规划；
- 具有符合国家技术标准的无线电发射设备；
- 拟使用的无线电频率符合国家无线电频率划分和本市无线电频率使用方案；
- 拟使用的无线电发射设备技术参数符合相关标准；
- 有明确、合理的用途以及切实可行的技术方案，工作环境安全可靠；
- 有相应的管理制度和措施；
- 具有熟悉无线电管理规定、具备相关业务技能和操作资格的人员；
- 具有科学可行的无线电网络设计和发展规划，符合相关要求的电磁环境；
- 对其他无线电台（站）不会产生有害干扰；
- 设置个人业余无线电台（站），应当符合国家有关规定；
- 法律、行政法规规定的其他条件。

3）设置、使用广播电台、雷达等大功率台（站），应当符合电磁辐射防护的有关限值规定，并满足电磁兼容要求。

4）新建、改建、扩建公众移动通信和专用无线电通信基站，应当符合基站共建共享的要求。

5）中央、省直属单位无线电台（站）的设置，覆盖和服务于两个以上行政区域的无线电台（站）的设置，由中央、省无线电主管部门受理和审批。

6）雷达、导航、卫星地球站、微波站、短波无线电台（站），广播，电视发射台（含差转台），无线寻呼发射台等需要统筹布局的无线电台（站）的设置，由地级市以上无线电主管部门受理，由省无线电主管部门审批。

7）通信范围或者服务区域涉及两个以上的省（自治区、直辖市）以及涉及境外的无线电台（站）、其他因特殊需要设置的无线电台（站），由省无线电主管部门按照国家规定报国家无线电主管部门审批。

8）无线电主管部门受理设置无线电台（站）申请后，应当根据审批权限，在二十日内作出是否批准的决定并书面告知申请人；作出不予批准决定的，应当说明理由和依据。

9）设置、使用临时无线电台（站），应当向当地无线电主管部门申请，经批准后，方可使用。

10）在涉及国家安全、公共安全等紧急情况时，可以临时设置、使用无线电台（站），并及时向所在地无线电主管部门报告。紧急情况解除后，应当停止设置、使用该无线电台（站）；需要继续设置、使用的，应当按照本条例规定办理审批手续。

11）船舶、机车、航空器上的制式无线电台（站），应当按照国家有关规定，领取无线电台执照并报无线电主管部门备案。

12）无线电台（站）设置、使用者应当在无线电台（站）建成后三十日内，向原审批部门提交书面申请，领取无线电台执照后，台站方可正式投入使用。无线电主管部门应当在接到申请后七日内审查核发无线电台执照。禁止伪造、变造、转让、出租或者出借无线电台执照。

13）无线电台执照中所核定内容需要变更的，应当向核发执照的无线电主管部门提出申请，经审查批准后，重新核发无线电台执照。

14）无线电台（站）的设置、使用者，应当对发射设备和天线进行维护和管理，确保其性能指标符合国家标准和管理规定，避免对其他无线电台（站）产生有害干扰。

15）禁止使用无线电台（站）发送、接收与其台（站）用途无关的信号；禁止利用无线电接收设备非法截取涉及国家安全、国家秘密或者公共安全，以及单位和个人的信息。

16）国家规定应当使用呼号的无线电台（站），必须使用无线电主管部门指配的呼号，省和地级以上市无线电主管部门根据台站审批权限指配呼号，任何单位或者个人未经批准，不得编制、使用无线电台（站）呼号。

17）无线电台（站）停用或者被撤销的，其设置、使用者应当在停用或者被撤销后三十日内，向核发无线电台执照的无线电主管部门办理注销手续，交回无线电台执照。无线电台执照被依法吊销的，持照者应当自被吊销之日起三十日内，交回无线电台执照。无线电台执照注销或者被依法吊销的，无线电台（站）的设置、使用者应当及时拆除无线电台（站）的天线、电缆及其附属设施，并向原审批的无线电主管部门书面报告处理情况。

18）取得无线电台（站）设置、使用许可的单位或者个人，应当自许可之日起 6 个月内，完成无线电台（站）建设。

19）设置、使用渔业船舶无线电台（站）的，应当向渔业无线电管理机构申请办理无线电台执照。渔业船舶应当按照规定配备相应的无线电通信设备，并保持正常工作状态，不得擅自关闭、拆卸。

20）设置、使用无线电台（站）的单位或者个人，应当建立健全值班制度，加强调度和管理；对无线电发射设备进行经常性的维护、保养，并做好记录，确保设备正常和生产安全。

21）从境外携带或者运载无线电发射设备进入的自然人、法人或者其他组织，应当依

照国家有关规定办理入境手续。

（10）无线电发射设备管理。无线电发射设备管理主要有如下 6 点。

1）任何单位或者个人不得生产、进口、销售和使用未经国家无线电管理机构型号核准或者未标明其型号核准代码的无线电发射设备。国家另有规定的除外；使用或者维修无线电发射设备，不得擅自改变无线电发射设备的性能和主要技术参数。

2）进口无线电发射设备的，应当按照国家规定，向无线电主管部门提出申请，经核准后，到海关办理相关进口手续。

3）生产、销售涉及国家安全、公共安全以及可能严重影响电磁环境的无线电发射设备，生产者和销售者应当登记产品的数量、批号以及购买者，并向所在地无线电主管部门备案；需要向无线电主管部门备案的无线电发射设备目录，由无线电主管部门会同有关部门制定，并向社会公布。

4）研制、生产无线电发射设备，应当采取措施有效抑制电波发射。需要进行实效发射试验的，应当经无线电主管部门批准。

5）进口无线电发射设备，应当经无线电监督管理机构核准。

研制、生产无线电发射设备需要进行实效发射试验的，应当经无线电监督管理机构批准。

研制、生产、销售无线电发射设备，应当报无线电监督管理机构备案。但销售无绳电话、无线话筒、遥控器等微功率无线电发射设备及公众移动电话除外。

6）研制、生产、销售和维修无线电发射设备，其工作频率、频段和发射功率等技术指标应当符合国家标准、行业标准和无线电管理有关规定；研制、生产、销售和维修无线电发射设备，应当采取有效措施抑制电波发射；维修无线电发射设备，不得改变无线电监督管理机构核准的技术参数；销售的无线电发射设备应当具有国家规定的核准证书。

（11）无线电安全管理。无线电安全管理主要有如下 6 点。

1）工业、科学、医疗设备、电气化运输系统、高压电力线、信息技术设备、机动车（船）点火装置以及其他电器装置产生的无线电波辐射，应当符合国家强制性标准和国家无线电管理规定，不得危害公民身体健康，不得对无线电业务产生有害干扰。

用于防治无线电电磁辐射污染的设施、设备应当保持正常运行，不得擅自拆除或者停止使用。

2）建设产生无线电波辐射的工程设施，可能对无线电台（站）造成有害干扰的，其选址定点应当由城乡规划主管部门和无线电主管部门协商确定。因工程建设需要搬迁无线电台（站）的，建设单位应当对因此造成的损失予以赔偿。

3）根据有关标准和技术规范的要求，划定电磁环境保护区域。任何设备对电磁环境保护区域内需要特殊保护的无线电台（站）产生有害干扰的，应当立即停止使用。

4）依法设置的无线电台（站）受到其他无线电有害干扰时，可以向所在地无线电主管部门投诉。无线电主管部门应当在受理后二十日内作出处理并将处理结果告知投诉人。

5）因国家安全和社会公共利益需要，可以依法发布无线电管制命令，实行无线电管制。

6）组织建立电磁空间环境保障应急机制和城市应急指挥无线电通信网络。

（12）监测和监督检查。监测和监督检查主要有如下 6 点。

1）无线电监测机构应当负责行政区域内的下列工作。

- 监测无线电台（站）的操作情况;
- 查找无线电干扰源和未经批准使用的无线电台（站）;
- 测定无线电设备的主要技术指标;
- 检测非无线电设备的无线电波辐射;
- 进行电磁环境测试、分析，为无线电主管部门进行频谱规划、频率指配和审批无线电台（站）提供技术依据。

2）对使用无线电频率，设置、使用无线电台（站），研制、生产、进口、销售和维修无线电发射设备以及使用辐射无线电波的非无线电设备的行为进行监督检查。

3）进行监督检查，可以进入相关场所进行现场检查、取证，要求被检查的单位或者个人提供有关材料和文件，询问当事人和有关人员。执法人员不得少于两人，并应当向当事人和有关人员出示执法证件。发现有违法行为的，可以采取下列措施。

- 进行现场检查、勘验、取证;
- 要求被检查、调查的单位或者个人提供有关资料;
- 询问当事人和证人，制作询问笔录;
- 责令停止使用;
- 实施必要的技术性措施，制止或者阻断非法无线电发射;
- 依法关闭、查封违法设置、暂扣非法或者产生有害干扰的无线电台（站）、无线电发射设备或者可以辐射无线电波的非无线电设备。

4）建立健全投诉、举报制度，公布投诉、举报电话、信箱或者电子邮箱。对投诉、举报情况及时调查处理，并将查处情况反馈投诉、举报人。

5）建立无线电电磁环境监测和评估制度，定期向社会公布无线电电磁环境状况。

6）对无线电发射设备定期进行分类检测，出具检测报告，为无线电电磁环境保护提供技术依据。

（13）法律责任。法律责任主要有如下 15 点。

1）对未经无线电主管部门批准，擅自转让无线电频率使用权，扩大频率使用范围或者改变使用用途的，无线电主管部门责令改正，没收非法所得，并可处一千元以上五千元以下罚款；拒不改正的，吊销无线电台执照。

2）对未按照规定缴纳无线电频率占用费的，由无线电主管部门责令限期缴纳，并按照规定收取滞纳金；逾期不缴纳的，收回无线电频率或者吊销无线电台执照。

3）对超出电磁辐射防护的有关限值规定，危害公民身体健康的，由有关主管部门依法责令限期改正并予以处罚。

4）对无线电台（站）没有取得无线电台执照投入使用的，由无线电主管部门责令限期改正；逾期不改正的，处五千元以上一万元以下罚款。

5）对伪造、变造、转让、出租或者出借无线电台执照的，由无线电主管部门处一万元以上三万元以下罚款。

6）对非法截取涉及国家安全、国家秘密或者公共安全以及单位和个人信息的，由无线电主管部门责令限期改正，并可处一万元以上三万元以下罚款；情节严重的，予以查封或者没收设备，吊销无线电台执照；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

7）对未按照无线电主管部门的指配使用呼号，或者擅自编制、使用无线电台（站）呼号的，由无线电主管部门责令限期改正；逾期不改正的，处五千元以上一万元以下罚款。

8）使用未经国家无线电管理机构型号核准或者未标明其型号核准代码的无线电发射设备的，由无线电主管部门予以查封或者没收设备，没收非法所得，并可处一千元以上五千元以下罚款。

9）对擅自改变无线电发射设备的性能和主要技术参数的，由无线电主管部门责令限期改正；逾期不改正的，处五千元以上一万元以下罚款；造成严重后果的，予以查封或者没收设备。

10）生产者和销售者未按照规定将产品的生产和销售情况报当地无线电主管部门备案的，由无线电主管部门责令限期改正，可处一万元以上三万元以下罚款。

11）对电磁环境保护区域内的无线电台（站）产生有害干扰的，由无线电主管部门责令限期改正；逾期不改正或者造成严重后果的，查封或者没收设备，并处两万元以上五万元以下罚款。依法设置、使用的无线电台（站）遇有害干扰时，可以向无线电管理机构报告。无线电管理机构应当及时采取措施查找有害干扰源，并协调有关单位和个人排除有害干扰。其中，有害干扰源为非无线电设备的，无线电管理机构应当责令设备所有者或者使用者采取措施消除干扰。

无线电管理机构发现无线电台（站）或者非无线电设备产生的干扰对航空器、船舶的安全运行造成危害时，应当责令有关单位和个人采取措施消除干扰；拒不采取措施消除干扰的，应当移送有关部门予以处理。

12）对未经批准擅自从事无线电波监测活动的，由无线电主管部门予以警告；情节严重的，没收设备，并可处一万元以上三万元以下罚款。

13）依法设置、使用的无线电台（站）遇有害干扰时，可以向无线电管理机构报告。无线电管理机构应当及时采取措施查找有害干扰源，并协调有关单位和个人排除有害干扰。其中，有害干扰源为非无线电设备的，无线电管理机构应当责令设备所有者或者使用者采取措施消除干扰。

无线电管理机构发现无线电台（站）或者非无线电设备产生的干扰对航空器、船舶的安全运行造成危害时，应当责令有关单位和个人采取措施消除干扰；拒不采取措施消除干扰的，应当移送有关部门予以处理。

14）无线电主管部门和其他有关主管部门在无线电监督管理中，工作人员应当忠于职守、秉公执法、文明服务。滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。有下列行为之一的，依法追究刑事责任。

- 违反规定条件、程序批准指配频率、批准设置、使用无线电台（站）、发放无线电台（站）执照的;
- 利用职权收受、索取财物的;
- 对违法行为不及时查处的;
- 其他玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的。

15）扰乱无线电通讯管理秩序罪。

扰乱无线电通讯管理秩序罪是指违反国家规定，擅自设置、使用无线电台、站或者擅自明占用频率，经责令停止使用后拒不停止使用，干扰了无线电通讯正常 进行造成严重后果的行为。

扰乱无线电通讯管理秩序罪是指违反国家规定，擅自设置、使用无线电台、站或者擅自明占用频率，经责令停止使用后拒不停止使用，干扰了无线电通讯正常 进行造成严重后果的行为。

10.4 无线接入系统使用频率的有关问题

10.4.1 3400MHz~3600MHz 频段无线接入

3400MHz~3600MHz 频段作为固定无线接入通信系统，对有线通信网的支持、延伸、补充和应急，主要用于交换局至用户终端的电话接入、数据接入或互联网接入，但不提供局间漫游，为城市中光缆接入有困难的用户提供中、高速数据通信和话音通信服务，以及用较低的成本提供农村和小城镇中、低速数据通信和较大容量话音服务，作为向准毫 m 波频段宽带无线接入业务开放前的一种过渡补充。

（1）FDD 方式固定无线接入系统工作频段。

- 终端站发射频段：3400~3430MHz;
- 中心站发射频段：3500~3530MHz;
- 收发频率间隔 100MHz。

（2）C 频段卫星通信系统工作频段。

- 上行频段为 5925~6425MHz，扩展频段为 6425~6725MHz;
- 下行频段为 3700~4200MHz，扩展频段为 3400~3700MHz。

其下行低端 3400~3430MHz 和 3500—3530MHz 频段为与紧迫需求应用的地面固定无线接入系统共用频段。

（3）C 频段卫星扩展频段通信系统与固定无线接入系统的频率共用。

10.4.2　2.4 GHz 频段有关问题

2.4 GHz 的 ISM 频段无线频率调制有两种：跳频扩频（FHSS）和直接序列扩频（DSSS）。蓝牙使用 FHSS，IEEE802.11b/g/a （一般称为 Wi-Fi）和 IEEE802.15.4（称为 ZigBe 的结合上网络层）利用 DSSS。2.4 GHz 主要技术指标有如下几点。

（1）工作频率范围：2400~2483.5 MHz。

（2）等效全向辐射功率（EIRP）。

- 天线增益＜10dBi 时：≤100 mW 或≤20dBm;
- 天线增益≥10dBi 时：≤500 mW 或≤27dBm。

（3）直接序列扩频或其他工作方式。

- 天线增益＜10dBi 时：≤10dBm / MHz（EIRP）;
- 天线增益≥10dBi 时：≤17dBm / MHz（EIRP）。

（4）跳频工作方式。

- 天线增益＜10dBi 时：≤20dBm / MHz（EIRP）;
- 天线增益≥10dBi 时：≤27dBm / MHz（EIRP）。

（5）载频容限：20 ppm。

（6）带外发射功率（在 2.4~2.4835GHz 频段以外）≤−80dBm/Hz（EIRP）。

（7）杂散发射（辐射）功率（对应载波±2.5 倍信道带宽以外）。

- ≤−36dBm / 100 kHz（30~1000MHz）;
- ≤−33dBm / 100 kHz（2.4~2.4835GHz）;
- ≤−40dBm / 1 MHz（3.4~3.53GHz）;
- ≤−40dBm / 1 MHz（5.725~5.85GHz）;
- ≤−30dBm / 1 MHz（其他 1~12.75GHz）。

10.4.3　5.8GHz 频段主要技术指标

5.8GHz 频段主要技术指标有如下几点：

（1）工作频率范围：5725~5850 MHz。

（2）发射功率：≤500mW 和 ≤27dBm。

（3）等效全向辐射功率（EIRP）：≤2W 和≤33dBm。

（4）最大功率谱密度：≤13dBm / MHz 和 ≤19dBm / MHz（EIRP）。

（5）载频容限：20ppm。

（6）带外发射功率（EIRP）≤-80dBm / Hz （≤5725MHz 或≥5850MHz）。

（7）杂散发射（辐射）功率。

- ≤-36dBm/100kHz（30~1000 MHz）
- ≤-40dBm/1MHz（2400~2483.5 MHz）
- ≤-40dBm/1MHz（3400~3530 MHz）
- ≤-33dBm/100kHz（5725~5850 MHz）
- ≤-30dBm/1MHz（其他 1~40 GHz）

10.4.4 800MHz CDMA 系统基站和直放机杂散发射限值与 900MHz 频段 GSM 系统邻频共用设台要求

800MHz 频段 CDMA 系统基站和直放机在带外各频段杂散发射核准限值如表 10-12 所示。

表 10-12 800MHz CDMA 系统基站和直放机在带外各频段杂散发射核准限值

频率范围	测试带宽	极限值	检波方式
9kHz ~150kHz	1kHz	-36dBm	峰值
150MHz ~30MHz	10kHz	-36dBm	峰值
30GHz~1GHz	100kHz	-36dBm	峰值
1GHz~12.75GHz	1MHz	-36dBm	峰值
806MHz~821MHz	100kHz	-67dBm	有效值
885MHz~915MHz	100kHz	-67dBm	有效值
930MHz~960MHz	100kHz	-47dBm	峰值
1.7GHz~1.92GHz	100kHz	-47dBm	峰值
3.4GHz~3.53GHz	100kHz	-47dBm	峰值
发射工作频带两边各加上 1MHz 过渡带内的噪声电平	100kHz	-22dBm	有效值

800MHz CDMA 系统的发射天线与 900MHz 频段 GSM 系统的接收天线之间水平距离与加装滤波器值的关系，如表 10-13 所示。

表 10-13 800MHz 频段 CDMA 系统的发射天线与 900MHz 频段 GSM 系统的接收天线之间水平距离与加装滤波器值的关系表

CDMA 在 885-915MHz 频段带外杂散发射限值	两系统天线之间水平距离	需加装滤波器值
－67dBm/100kHz	50m 以上	不需要加装滤波器
	20~50m	10dB
	10~20m	15dB

不同数字集群通信系统（体制）之间的频率保护带如表 10-14 所示。

表 10-14 不同数字集群通信系统（体制）之间的频率保护带表

系统名	iDEN	TETRA	GT800	GoTa
iDEN	0	0	100	100
TETRA	0	0	100	100

（续表）

系统名	iDEN	TETRA	GT800	GoTa
GT800	100	100	100	100
GoTa	100	100	100	100

为了避免或减少 800MHz 频段数字集群通信系统多种体制之间的干扰，根据测试数据和理论推算，同时兼顾相关技术标准，GoTa 和 GT800 数字集群发射设备技术指标规定如下。

（1）工作频率

- 上行：806~821MHz；
- 下行：851~866MHz。

（2）信道间隔

- GoTa：1.25MHz；
- GT800：200kHz。

（3）发射功率

GoTa 设备的最大射频输出功率。

- 基站：30W（45dBm）；
- 手持台：200mW（23dBm）；
- 车载台：500mW（27dBm）。

GT800 设备的最大射频输出功率。

- 基站：60W（48dBm）；
- 手持台：2W（33dBm）；
- 车载台：5W（37dBm）。

（4）带外发射

GoTa 设备带外发射限值如表 10-15 所示。

表 10-15　GoTa 设备带外发射限值

基站	频率偏置	限值
	750kHz~1.98MHz	≤-48dBc/30kHz
	1.98MHz~4MHz	≤-60dBc/30kHz
手持台和车载台	885MHz~1.98MHz	≤-45dBc/30kHz
	1.98MHz~4MHz	≤-54dBc/30kHz

GT800 设备带外发射限值如表 10-16 所示。

表 10-16 GT800 设备带外发射限值

发射功率等级（dBm）	在规定的 30kHz 测量带宽下，偏离载频一定频率处的最大相对电平（dB）						
	100 kHz	200 kHz	250 kHz	400kHz GMSK 调制	400kHz 8PSK 调制	600~1200kHz	1200~1800kHz
≥43	+0.5	-33	-38	-60	-56	-70	-73
41	+0.5	-33	-38	-60	-56	-68	-71
39	+0.5	-33	-38	-60	-56	-66	-69
37	+0.5	-33	-38	-60	-56	-64	-67
35	+0.5	-33	-38	-60	-56	-62	-65
≤33	+0.5	-33	-38	-60	-56	-60	-63

注：1. 该限值为调制谱限值。
2. 瞬态切换谱限值参照信息产业部行业标准 YD/T883-1999 以及 YD/T884-1996 执行。

（5）杂散发射

GoTa 设备杂散发射限值如表 10-17 所示。

表 10-17 GoTa 设备杂散发射限值

	测试频段	限值	检波方式
传导杂散（天线端口）	9kHz~150kHz	≤-36dBm/1kHz	峰值
	150MHz~30MHz	≤-36dBm/10kHz	峰值
	30GHz~1GHz	≤-36dBm/100kHz	峰值
	1GHz~12.75GHz	≤-30dBm/1MHz	峰值
辐射杂散	30GHz~1GHz	≤-36dBm/100kHz	峰值
	1GHz~4GHz	≤-30dBm/1MHz	峰值

注：1. 在被测设备中间信道以最大发射功率状态下进行该项测试。
2. 载频±4MHz 频带内为杂散免测频段。

GT800 设备杂散发射限值如表 10-18 所示。

表 10-18 GT800 设备杂散发射限值

	测试频段	限值	检波方式
传导杂散（天线端口）	9kHz~150kHz	≤-36dBm/1kHz	峰值
	150MHz~30MHz	≤-36dBm/10kHz	峰值
	30GHz~1GHz	≤-36dBm/100kHz	峰值
	1GHz~12.75GHz	≤-30dBm/1MHz	峰值
辐射杂散	30GHz~1GHz	≤-36dBm/100kHz	峰值
	1GHz~4GHz	≤-30dBm/1MHz	峰值

注：1. 在被测设备中间信道以最大发射功率状态下进行该项测试。
2. 载频±1.8MHz 频带内为杂散免测频段。

10.4.5　800/900MHz 频段射频识别（RFID）技术

800/900MHz 频段 RFID 技术的具体使用频率为 840~845MHz 和 920~925MHz。

该频段 RFID 技术无线电发射设备射频指标如下：

（1）载波频率容限：20×10-6；

（2）信道带宽及信道占用带宽（99%能量）：250kHz；

（3）信道中心频率为：fc（MHz）=840.125+N×0.25 和 fc（MHz）=920.125+M×0.25（N、M 为整数，取值为 0~19）；

（4）邻道功率泄漏比：40dB（第一邻道），60dB（第二邻道）；

（5）发射功率。发射功率如表 10-19 所示。

表 10-19　发射功率表

频率范围（MHz）	发射功率（e.r.p）
840.50~844.5 920.50~924.5	2W
840~845 920~925	100mW

（6）工作模式为跳频扩频方式，每跳频信道最大驻留时间为 2s。

（7）杂散发射限值（在两频段的中间载波频率±1MHz 范围以外）。天线端口如表 10-20 所示。

表 10-20　天线端口

最大功率工作状态	频率范围	限值要求（dBm）	测量带宽	检波方式
	30MHz~1GHz	-36	100kHz	有效值
	1~12.75GHz	-30	1MHz	
	806~821 MHz 825~835 MHz 851~866 MHz 870~880 MHz 885~915 MHz 830~960 MHz	-52	100kHz	
	1.7~2.2GHz	-47	100kHz	
待机状态	30MHz~1GHz	-57	100kHz	
	1~12.75GHz	-47	100kHz	

箱端口（含一体化天线）如表 10-21 所示。

表 10-21 箱端口

频率范围	限值要求（dBm）	测量带宽	检波方式
30MHz~1GH	-36（e.i.r.p）	100kHz	有效值
1~12.75GHz	-30（e.i.r.p）	1MHz	

10.5 三网融合的问题

1. 三网融合

三网融合是指电信网、广播电视网、互联网的融合。三大网络通过技术改造，互联互通和资源共享，能为用户提供语音、数据和广播电视等多种服务。三合并不意味着三大网络的物理合一，而主要是指高层业务应用的融合。三网融合应用广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居等多个领域。

三网融合又叫“三网合一”。

三网融合打破了此前广电在内容输送、电信在宽带运营领域各自的垄断，明确了互相进入的准则—— 在符合条件的情况下，广电企业可经营增值电信业务、比照增值电信业务管理的基础电信业务、基于有线电网络提供的互联网接入业务等；而国有电信企业在有关部门的监管下，可从事除时政类节目之外的广播电视节目生产制作、互联网视听节目信号传输、转播时政类新闻视听节目服务，IPTV 传输服务、手机电视分发服务等。

三网融合，在概念上从不同角度和层次上分析，可以涉及技术融合、业务融合、行业融合、终端融合及网络融合。

2. 三网融合的好处

（1）信息服务将由单一业务转向文字、话音、数据、图像、视频等多媒体综合业务。

（2）有利于极大地减少基础建设投入，并简化网络管理，降低维护成本。

（3）将使网络从各自独立的专业网络向综合性网络转变，网络性能得以提升，资源利用水平进一步提高。

（4）三网融合是业务的整合，它不仅继承了原有的话音、数据和视频业务，而且通过网络的整合，衍生出了更加丰富的增值业务类型，如图文电视、VOIP、视频邮件和网络游戏等，极大地拓展了业务提供的范围。

（5）三网融合打破了电信运营商和广电运营商在视频传输领域长期的恶性竞争状态，各大运营商将在一口锅里抢饭吃，看电视、上网、打电话资费可能打包下调。

3. 三网融合大事记

1998 年，国内首次提出“三网融合”的概念

2001 年 3 月 15 日通过的十五计划纲要，第一次明确提出“三网融合”，“促进电信、

电视、互联网三网融合”。

2006 年十一五规划纲要，再度提出“三网融合”，积极推进“三网融合”。

2008 年 1 月 1 日，国务院办公厅转发发展改革委、科技部、财政部、信息产业部、税务总局、广电总局六部委《关于鼓励数字电视产业发展若干政策的通知》（国办发[2008]1 号），提出“以有线电视数字化为切入点，加快推广和普及数字电视广播，加强宽带通信网、数字电视网和下一代互联网等信息基础设施建设，推进“三网融合”，形成较为完整的数字电视产业链，实现数字电视技术研发、产品制造、传输与接入、用户服务相关产业协调发展。”

2008 年 1 月国务院办公厅《关于鼓励数字电视产业发展若干政策的通知》提出，加强信息基础设施建设，推进三网融合。

2009 年 2 月电子信息产业振兴规划中提出，落实数字电视产业政策，推进三网融合。

2009 年 5 月国务院批转发改委通知提出，实现广电和电信企业双向进入，推动三网融合取得实质性进展。

2010 年 1 月 13 日，国务院总理温家宝主持召开国务院常务会议，决定加快推进电信网、广播电视网和互联网三网融合。会议上明确了三网融合的时间表。

2010 年 6 月 30 日，国务院办公厅公布的第一批三网融合试点地区：北京市、辽宁省大连市、黑龙江省哈尔滨市、上海市、江苏省南京市、浙江省杭州市、福建省厦门市、山东省青岛市、湖北省武汉市、湖南省长株潭地区、广东省深圳市、四川绵阳市。

2011 年 12 月 30 日，国务院办公厅公布第二批三网融合试点地区：天津市、重庆市、浙江省宁波市、河北省石家庄市、山西省太原市、内蒙古自治区呼和浩特市、辽宁省沈阳市、吉林省长春市、安徽省合肥市、福建省福州市、江西省南昌市、山东省济南市、河南省郑州市、广东省广州市、广西壮族自治区南宁市、海南省海口市、四川省成都市、贵州省贵阳市、云南省昆明市、西藏自治区拉萨市、陕西省西安市、甘肃省兰州市、青海省西宁市、宁夏回族自治区银川市、新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、江苏省扬州市、泰州市、南通市、镇江市、常州市、无锡市、苏州市，湖北省孝感市、黄冈市、鄂州市、黄石市、咸宁市、仙桃市、天门市、潜江市，广东省佛山市、云浮市。

4. 三网融合的阶段性目标和重点工作

（1）阶段性目标

三网融合的阶段性目标：2010~2012 年，重点开展广电和电信业务双向进入试点，探索形成保障三网融合规范有序开展的政策体系和体制机制；2013~2015 年，全面实现三网融合发展，普及应用融合业务，基本形成适度竞争的网络产业格局。基本建立适应三网融合的体制机制和职责清晰、协调顺畅、决策科学、管理高效的新型监管体系。

（2）推进三网融合的重点工作

1）按照先易后难、试点先行的原则，选择有条件的地区开展双向进入试点。符合条件

的广播电视企业可以经营增 值电信业务和部分基础电信业务、互联网业务；符合条件的电信企业可以从事部分广播电视节目生产制作和传输。

2）加强网络建设改造。

3）加快产业发展。

4）强化网络管理。

5）加强政策扶持。

10.6 有线网络与无线网络的比较

有线网络与无线网络在有线、成本、安全等方面有所不同，用表 10-22 表示如下。

表 10-22　有线网络与无线网络的比较

	有线网络	IEE802.11 无线网络
布线	布线繁琐，办公室电缆线泛滥。在高度信息化的社会，办公室成为信息网络系统的末梢。在办公室内，各种网络系统共存，已经出现电缆线的“洪水”	完全不需要布线，再也不会出现到处是线缆的状况，如果是临时租用办公室或者处于不允许线缆布设的环境，这是非常理想的解决方案
吞吐率	10Mbps、100Mbps、1000Mbps	2Mbps、11Mbps、22Mbps、54Mbps
成本	安装成本高，设备成本低，维护成本高	由于不需要布设线缆和无线网络本身的许多特征，安装成本非常低廉，但由于无线网络是新事物，设备成本还较高，然而低维护成本使得它的整体拥有成本还是比有线网络有优势
移动性	非常低效，将工作人员限制在办公桌椅边，无法在移动的同时访问局面域网和互联网资源	移动性强。在一些特殊的情况下，人员需要在某一范围内工作，如施工现场、实地勘测、库房管理、公安值勤等，这种情况下只有使用无线才能实现移动办公。有线网需要在每个工作地点布信息点，资源浪费巨大
二层漫游	支持	支持
三层漫游	支持通过 Mobile IP 技术	支持（Mobile IP 技术或者 DHCP）
扩充性	较弱。由于一些原因，原有布线所预留的端口不够用，增加新用户就会遇到重新布置线缆繁琐、施工周期长等麻烦	较强，只需要增加适配卡就可以了，如果网络出现瓶颈，也只需增加一个接入点就可以实现扩充
线路费用	对于楼宇等之间的远距连接，如果采用租用线路的方式，费用既高，传输速度也低	不需要增加任何租用费用。只需要架设天线等一次性投资却可
安全性	高，主要在三层及以上实现	高，二层和三层共同实现

10.7 无线产品的选择原则

用户在先购无线网络产品时，一般要从生产厂商的研发能力、产品线的完整性、产品的市场成熟度、产品品牌和用户口碑、企业获得国际质量体系认证的情况、企业的服务和体系等方面进行考虑。作为组建无线局域网的用户在选择产品时应考虑以下原则。

1. 标准

选购 WLAN 产品首先应选择主流标准。

IEEE802.11a，bIEEE802.11b，IEEE802.11g，IEEE802.11n 标准从应用的情况看，到现在为止，它们仍然是 WLAN 的主流标准。

2. 射频和成本

从射频的技术成本来看、不同的 802.11b 产品之间也有很多差别，主要表现在是否有自动配置功能和以什么样的方式支持漫游。

WLAN 具有无线传输的特性、因此、应用时就有可能出现射频干扰的问题。WLAN 的新标准 802.11a 采用 5GHz 频谱，在短期内，这个频段的干扰将远较 802.11b 所采用的 2.4GHz 为小，802.11a 的传输效能也较 802.11 为好。

3. 自动配置

不同的企业对自动配置功能的需求不同。对于需要安装很多访问点的企业来说。自动配置功能就很重要。

4. 安全性

安全性是选购 WLAN 产品时必须考虑的重要方面。

一般的 WLAN 产品多采用认证码的形式进行安全保护，每块网卡在安装时要设一个固定的号码，以确认它将用在哪个局域网中。这种方法在企业内部应用是可以的，但用于防范严意入侵就有些力不从心。许多实力雄厚的厂家，其产品能提供更多的安全措施，这也是产品等级高低的标志之一。

5. 可升级性

购买 WLAN 产品不应该忽视产品的可升级性。

WLAN 的升级有两个方向：一是提供更强的 Qos 功能；二是提供更快的速度。在这两个大方向下，802.11b、802.11a 和 802.11g 三个标准正在对主流地位进行争夺。

6. 性价比

不同的产品适合不同的企业，有不同的具体功能，并非高端产品就一定好，购买者仍需在价格与性能之间寻找平衡点。在考虑无线网络的应用模式时，企业应该明确自身的资

金和需求，保证建成的网络能够适合员工的工作。

10.8 无线网络产品的选择要素

无线网络产品选择的时应考虑如下要素。

1. 频带范围

频带范围有以下几种。

- 2.4GHz。
- 2.4~2.4835GHz。
- 2.412~2.462GHz。
- 2.4~2.4835GHz。
- 2.48~2.4835GHz、5.725~5.825GHz。
- 5.15~5.35GHz。
- 5.8 GHz。

2. 调制技术

调制技术有以下几种。

- 直序扩频。
- DbpsK、DQPSK、CCK。
- PBCC、DSSS。
- CCK、DQPSK、DbpsK、OFDM 等。
- OFDM。
- CCK、DQPSK、DbpsK。
- DSSS。
- bpsK、QPSK、DbpsK。

3. 发射功率

发射功率有以下几种。

- 13~392Mw。
- 1~100mW。
- 60mW。
- 100mW。
- 30~70mW。

4. 最高灵敏（1e-6 BER）

灵敏度有以下几种。

- -90dbm
- 11Wbps：-85dbm；22Mbps：-82dbm。
- -80dbm。
- 11Mbps（1e-5BER）：-79dBm。
- -82dbm。
- 11Mbps：-84dBm。
- -100dbm。
- -92dbm。

5. 覆盖范围

覆盖范围有以下几种。

- 300m。

11Mbps：室内 40m，室外 244m。

- 50~150m。

802.11b：室内 20m，室外 450m。
802.11a：室内 91.4m，室外 366m。

- 550m。
- 160m。
- 500m。

6. 以太网接口

- 快速以太网。
- 以太网。

7. 最大同时用户数量

- 256
- 2048
- 15~20
- 250
- 64
- 497
- 128
- 100

8. Wi-Fi 认证

- 支持。
- 不支持。

9. 传输

- 11Mbps。
- 22Mbps。
- 11M/108Mbps（特殊模式）。
- 75Mbps（特殊模式）。
- 54Mbps。

10. 网络管理

- SNMP。
- SNMP/Web/控制口。
- Web。
- SNMP/Web。
- SNMP/Tlner/Web。

11. 数据加密

- 40/128WEP、128DSL。
- 64/128/256WEP。
- 802.11b：64/128WEP。
- 802.11a：64/128/152WEP。
- 64/128/152WEP。
- 64WEP。
- 40 位，可升级到 128 位。
- 40~128WEP、802.11i、TKIP。
- 64/128/156。
- WEP。

12. 数据保密密码

- 手动/自动随机。
- 802.11X。
- 152 位。
- 公有/私有密钥。

13. 动态 WEP 支持

- 支持。
- 64/128WEP。
- WEP。
- 802.1X。

14. VPN

- 支持。
- 不支持。

15. 同一 AP 内客户分离

- 支持。
- 不支持。

16. 漫游

- 支持。
- 不支持。

17. 以太网供电

- 支持。
- 不支持。

18. EMC 认证

- 支持。
- 不支持。

19. 大小

- 20.8cm × 14.4cm × 4.1cm
- 16.67cm × 18.37cm × 4.22cm
- 23.5cm × 16.19cm × 3.56cm
- 4.1cm × 17.9cm × 16.8cm
- 18.2cm × 12.3cm × 2.5cm
- 20.5cm × 13.6cm × 4cm
- 11.2cm × 10.5cm × 3.5cm
- 26.1cm × 18.5cm × 5cm
- 23.5cm × 15.88cm × 3.81cm
- 20.2cm × 15.2cm × 2.9cm
- 39cm × 15cm × 6cm

- 20.8cm × 18cm × 4.7cm

10.9 有线网络与无线网络连接

有线网络与无线网络连接时，通过有线网络的 HUB 或交换使用有线介质与无线网络的接入点 AP 相连，现以某会展中心为例说明如下。

某会展中心已有有线网络，现要举办展览，在展厅内布置若干个无线用户，实际操作时，会展中心无线网总体结构如图 10-4 所示，展馆内无线网布置如图 10-5 所示。

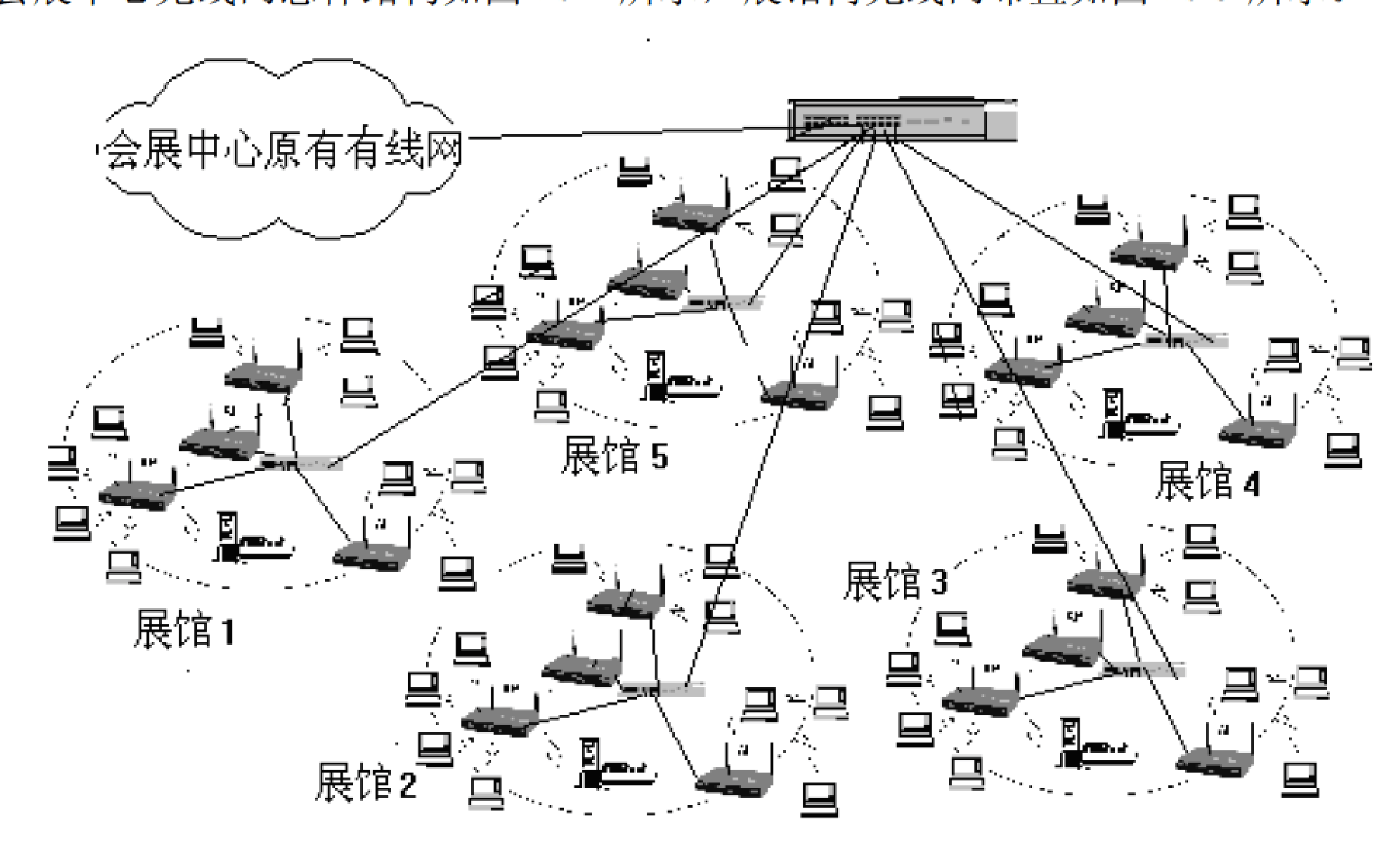


图 10-4　有线网络与无线网络连接的总体结构

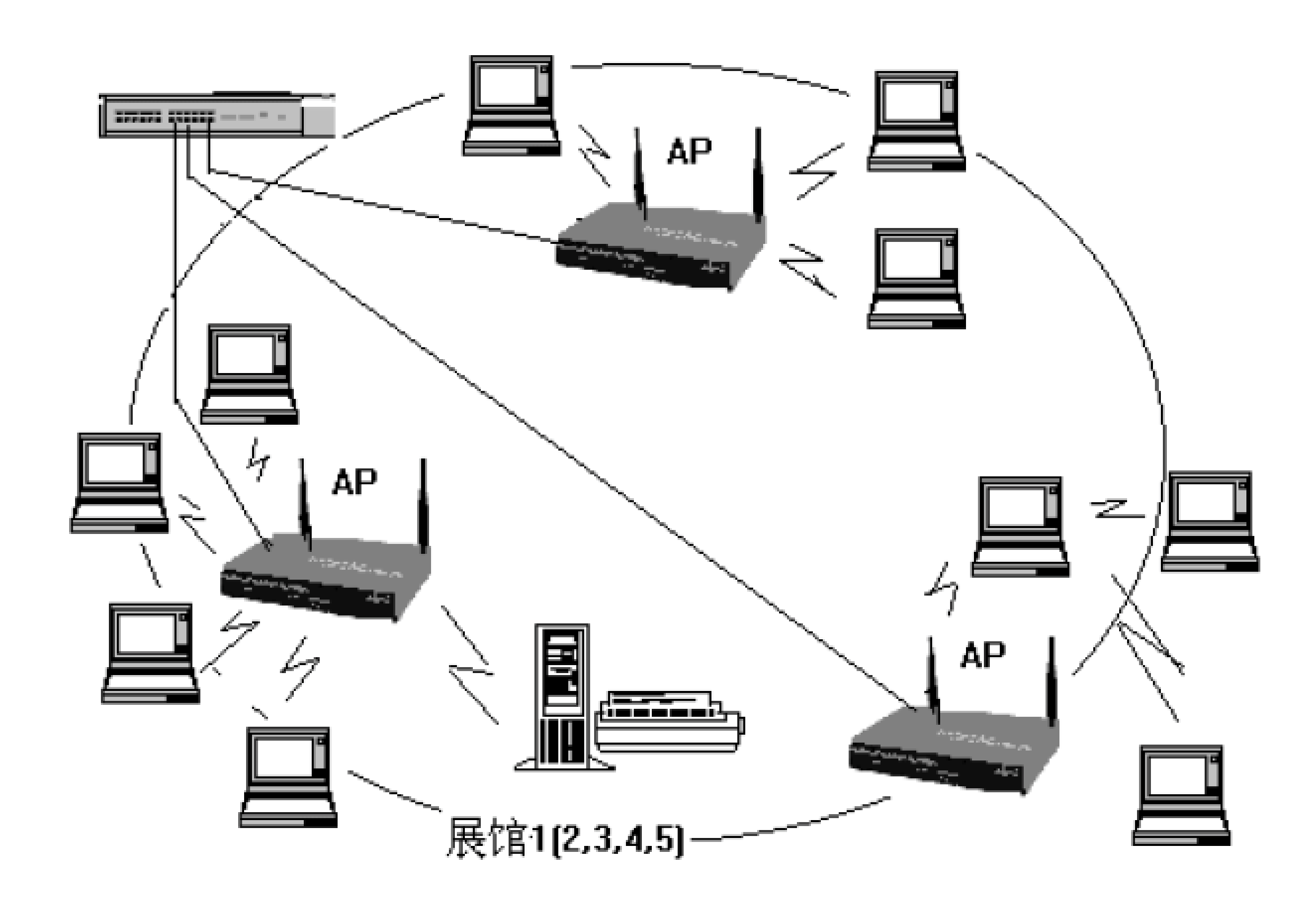


图 10-5　展馆内无线网络布置图

10.10 手机上网

手机上网是指利用支持网络浏览器的手机通过 WAP 协议，同互联网相联，从而达到网上冲浪的目的。手机上网具有方便性、随时随地性，已经越来越广泛，逐渐成为现代生活中重要的上网方式之一。

1. 手机上网的条件

- 用户必须具备无线上网卡或无线上网本;
- 用户需要运行无线上网卡客户端软件;
- 用户所处的环境有电信运营商网络覆盖。

2. 手机上网的使用方法

- 可以通过“手机上网”菜单或手机中的浏览器上网。
- 2G 用户需开通 GPRS 业务才能上网。3G 用户通过手机上网业务上网。

3. 实现手机上网的 WAP

什么是 WAP？所谓 WAP 就是 Wireless Application Protocol（无线应用协议），也是把移动通信网和 Interner 连接起来的一座“桥梁”。消费者只需拥有 WAP 手机，在 WAP 服务商的支持下就可以访问 Interner 上的内容。

1997 年 6 月，摩托罗拉和其他几家主要电信厂商联合创立 WAP 论坛，由此制造的 WAP 标准版本 WAP1.2 于 1999 年 12 月公布。这一新标准将融合计算机、网络、电信领域的各种新技术，使电信运营商、Interner 内容提供商及各种专业在线服务供应商能够为移动通信用户提供前所未有的全新交互式服务。简单地讲，WAP 实现手机无线上网就是在手机、移动通讯系统（基站和服务器）和网络商（网站）、网络服务供应商之间建立共同标准、达成统一上网的协议。上述过程的实现如图 10-6 所示。

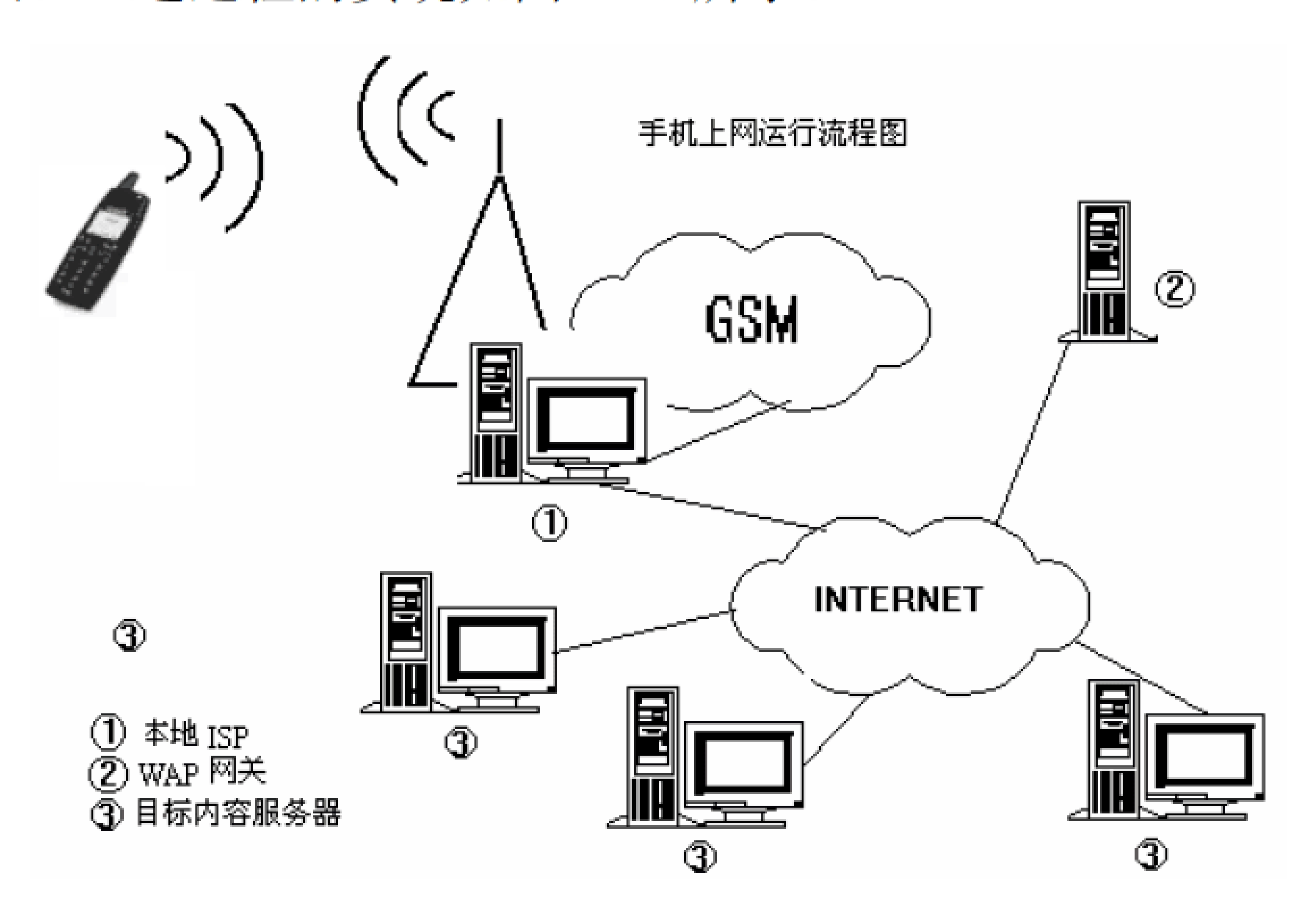


图 10-6　手机上网示意图

WAP 支持手机上网流程。

（1）手机发出请求

（2）GSM 接通本地 ISP

（3）本地 ISP 连接 WAP 网关

（4）WAP 网关向目标内容服务器发出请求

（5）目标内容服务器将信息传给 WAP 网关

（6）WAP 网关将处理后的信息发送到本地 ISP

（7）本地 ISP 将信息传回 GSM 网络

（8）手机接收到 Interner 信息

WAP 作为一个开放和公认的行业标准，使移动通讯用户的无线设备能随时随地进行信息的双向互动，并更加方便的享受到因特网的各种信息服务。WAP 还可以应用于各种无线网络制式，如 GSM900、GSM1800、PCS1900、CDMA 和 FLEX 等。

可以直接通过手机上网，随时随地在手机屏幕上浏览因特网上的内容；进行银行、股票交易；查询飞机、火车班次、气象、交通状况；并进行机票、酒店预定；享受网络运营商提供的其他服务。

10.11 HiperLAN/2的协议结构

HiperLAN/2 的协议栈由两大部分组成：控制部分和用户部分。用户部分主要负责通过已建立的连接信道进行通信，而控制部分主要负责连接建立、释放和监督等进行控制和管理。HiperLAN/2 的协议结构可以分为三个基本层：物理层（PHY）、数据链路控制层（DLC）和聚合层（CL）。图 10-7 表示了 HiperLAN/2 的协议参考模型。

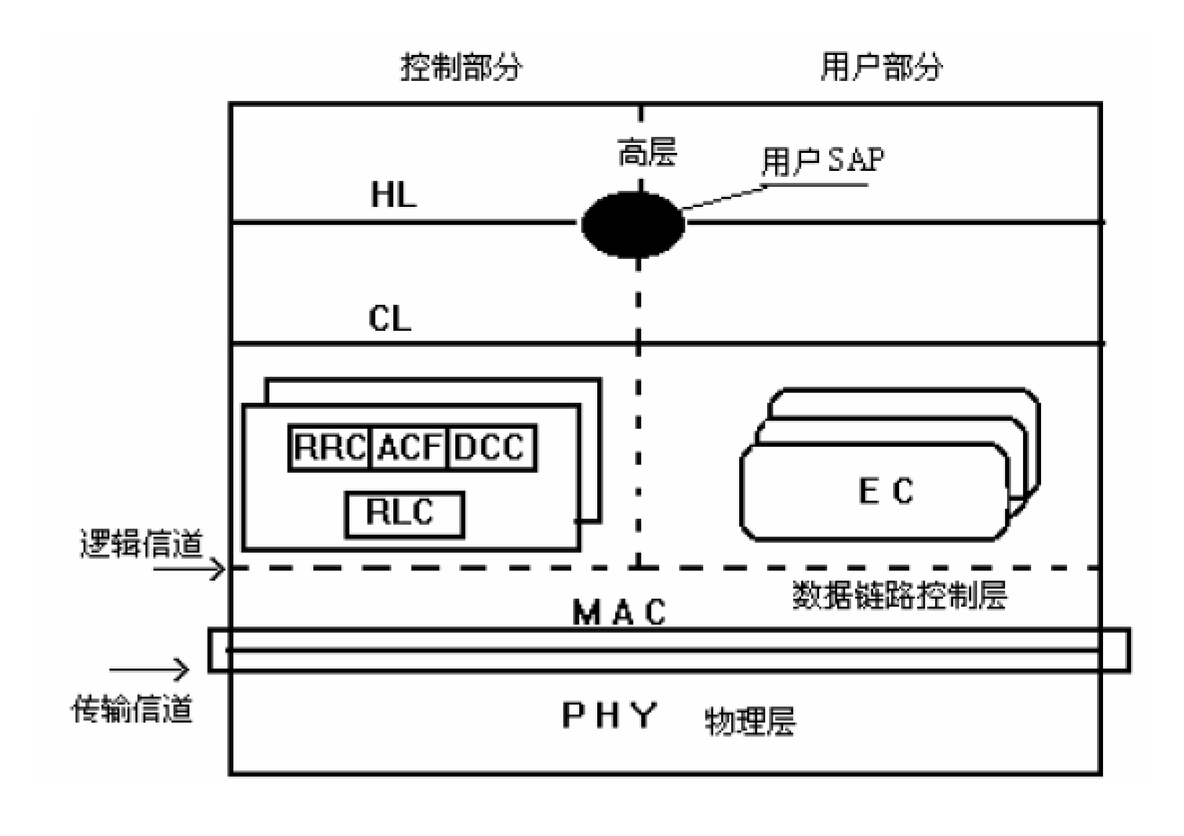


图 10-7 HiperLAN/2 协议参考模型

1. 物理层

HiperLAN/2 物理层的传输方式为触发，它由前导部分的数据部分组成，而数据内容主

要源于 DLC 中的每条传输信道。HiperLAN/2 使用正交频分多路复用（OFDM）技术，这主要是因为它被用于高度分散的信道时具有优异的性能。协议规定信道间距为 20MHz，这样，每个信道不但可以具有高比特率，而且在分配的频谱内可以提供的信道数量也比较合适（如欧洲为 19 条信道）。每条信道使用 52 个子载波，其中 48 个子载波携带实际数据，其余 4 个子载波携带导频信息。保护间隔的时长是 800ns，这个时间足以使得延迟扩散高达 250ns 的信道具有良好的性能。在较小的室内环境中，可以选用更短的时长为 400ns 的保护间隔。

物理层的一个重要作用是提供调制和编码功能。它不仅非常适合于当前的无线链路质量，而且能够满足不同的物理层特性。HiperLAN/2 还支持 bpsK、QPSK 和 16QAM、64QAM 等子载波调制方案。表 10-23 表示了 HiperLAN/2 物理层的几种模式。

表 10-23　HiperLAN/2 的物理层模式

模式	调制方式	码率	物理层比特率（Mbps）	比特/OFDM 符号
1	bpsK	1/2	6	3.0
2	bpsK	3/4	9	4.5
3	QPSK	1/2	12	6.0
4	QPSK	3/4	18	9.0
5	16QAM	9/16	27	13.5
6	16QAM	3/4	36	18.0
7	64QAM	3/4	54	27.0

2. 数据链路层

数据链路层（DLC）由 AP 和 MT 之间的逻辑链路组成。DLC 包括媒体访问的传输（用户部分）功能，以及用于终端/用户的连接处理（控制部分）组成：媒体访问控制（MAC）协议，差错控制（EC）协议以及各种信令和控制协议等。

（1）MAC 协议

MAC 协议主要用于无线链路的媒体访问（TDD）和动态进分多路访问（TDMA）。媒体的时隙结构允许下行链路和上行链路可以在相同的帧（在 HiperLAN/2 中称为 MAC 帧）中进行通信，下行链路和上行链路的时隙根据传输资源的需求动态分配。无线接口中的基本 MAC 结构具有 2ns 的固定时长，它包括用于广播控制，帧控制、访问控制、下行链路（DL）和上行链路（UL）、数据传输和随机访问等传输信道（如图 10-8）。来自 APT 和 MT 的所有数据都分配专用的时隙进行发射。广播控制的时长是固定的，其他部分的时长则根据当时的通信情况动态变化。MAC 帧和传输信道构成了 DLC 和物理之间的接口。

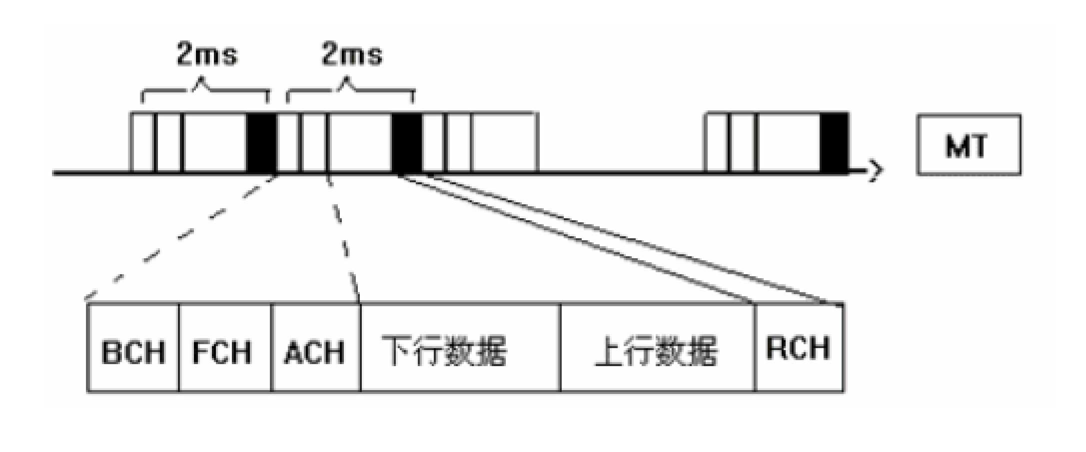


图 10-8　基本的 MAC 帧结构

在图 10-7 中，广播信道（BCH）包含控制信息，这些控制信息通过每个 MAC 帧进行发送，并且到达所有的 MT。BCH 提供有关传输功率级别、FCH 和 RCH 的起始点和长度、唤醒指示器等信息。帧控制信道（FGH）详细描述在当前的 MAC 帧中资源的分配情况。访问反馈信道（ACH）传输先前对 RCH 的访问请求的有关信息。MT 还使用随机访问信道（RCH），为到来的 MAC 帧的上行传输或下行传输请求传输资源，并传输某些 RLC 信令信息。当 MT 发出的要求更多传输资源的请求增加时，AP 将分配更多的资源给 RCH。

在上行链路和下行链路中，包含往来于 MT 之间的 PDU。每个 PDU 由 MT 接收或发射的 DLC 用户 PDU 和 DLC 控制 PDU 组成。C-PDU 被称为短传输信道，而 U-PDU 则被称为长传输信道（LCH）。

（2）差错控制（EC）协议

选择性重复式 ARQ 是一种用于增加无线链路可靠性的差错控制机制。HiperLAN/2 中的 EC 主要是指比特错误的检测以及当错误发生时 U-PDU 的重发。EC 机制还可以确保 U-PDU 按顺序传输到聚合层中。差错控制的方法是对每个连接中的每个被发射的 U-PDU 分配一个序列号。在链路控制信道中带有 ARQACK/NACK 信息，发生错误的 U-PDU 可以被多次重发。

为了支持延迟键应用的 QoS 要求，HiperLAN/2 定义了一个 U-PDU 丢弃机制。如果数据包作废了，EC 协议的发送方可以丢弃一个或多个 U-PDU。

（3）信令协议和控制

无线链路控制（RLC）协议为信令实体连接控制功能（ACF），无线资源控制（RRC）功能和 DLC 用户连接控制（DCC）功能提供传输服务。这四者组成了用来在 AP 和 MT 之间交换信令信息的 DLC 控制部分。

1）连接控制功能。

MT 监听来自不同 AP 的 BCH 并且选择具有最佳无线链路质量的 AP。BCH 中提供的部分信息在这个阶段作为信标信号工作。MT 监听 SBCH（短广播信道）的广播，以避免连接那些无法或未被允许为 MT 用户提供服务的网络。如果 MT 决定继续进行连接，它将发出请求并且从 AP 中分配一个 MAC 号。此后 ACF 将与 AP 交换有关支持的物理层模式、聚合层以及选择认证和加密算法（可以选择不使用认证和加密功能）等信息告诉 ACF。在建立连接以后，MT 请求一个专用的控制信道（如 DCCH）来建立无线承载电路。

在 HiperLAN/2 中，无线承载电路也称为 DLC 用户连接。MT 请求多个 DLC 连接，而且每个连接支持不同的 QoS 要求。

MT 可以主动或被动地拆除连接。当主动拆除连接时，MT 将通知 AP 它不再想通过 HiperLAN/2 网络进行通信的信息。被动拆除连接意味着 MT 在某个时间段无法到达 AP。在任何一种情况下，AP 都将释放分配给该 MT 的所有资源。

2）DLC 用户连接控制。

MT 通过 AP 发射信令信息来请求 DLC 用户连接。专用控制信道控制某个特定 MAC 实体

（由 MAC 号确定）的资源。AP 和 MT 之间至少要有一个 DLC 用户连接存在，才能为用户提供通信发射服务。信令信息相当简单，它只携带两部分信息：一部分是请求信息，如果可以建立连接的话，还会携带确认信息。已建立的连接由 AP 分配的 DLC 连接标志符进行标记。

在 HiperLAN/2 中，连接的释放过程与连接的建立过程类似。HiperLAN/2 还支持对已建立的连接的特性进行修改。

3）无线资源控制。

转换是以无线链路质量监测为基础的，它主要是由 MT 请求和启动。HiperLAN/2 支持两种形式的转换：重新连接或新老 AP 转换。重新连接是指重新建立连接；新老 AP 转换是指 MT 请求将转换到的新 AP，且恢复来自老 AP 的连接信息，这样就可以继续传输原来 AP 要转换期间用户通信的传输损失降到最低。

RRC 允许 AP 控制 MT 不间断地监听邻近 AP 信号强度，由于环境和网络拓扑结构的变化，RRC 在必要时还能够将 AP 改变频率的信息通知已建立连接的 MT。AP 还能够监视在上行链路中不发射任何通信信息的不活动 MT，不活动的 MT 将被拆除连接。

RRC 支持电源节省功能。这个功能负责进入或退出低消耗模式并且负责控制发射机的功率。

3. 聚合层

聚合层（CL）具有两个主要功能：一是将来自高层的服务请求适配成由 DLC 提供的服务；二是将具有可变或固定长度的高层数据分组（SDU）转换成可以在 DLC 中使用的固定长度的数据分组。固定长度 DLC 数据填充、分组和重组功能是实现 HiperLAN/2 网络连接独立于固定网络的关键。聚合层的结构使得 HiperLAN/2 非常适合于作为许多固定网络的无线访问部分，如以太网、IP 网、ATM、IMT-2000 等。

当前，HiperLAN/2 主要定义了基于信元和基于分组的两类不同的 CL（如图 10-9 所示），前者用于与 ATM 网络的相线连接，而后者根据固定网络类型以及互连方式的不同，可以用于多种配置。

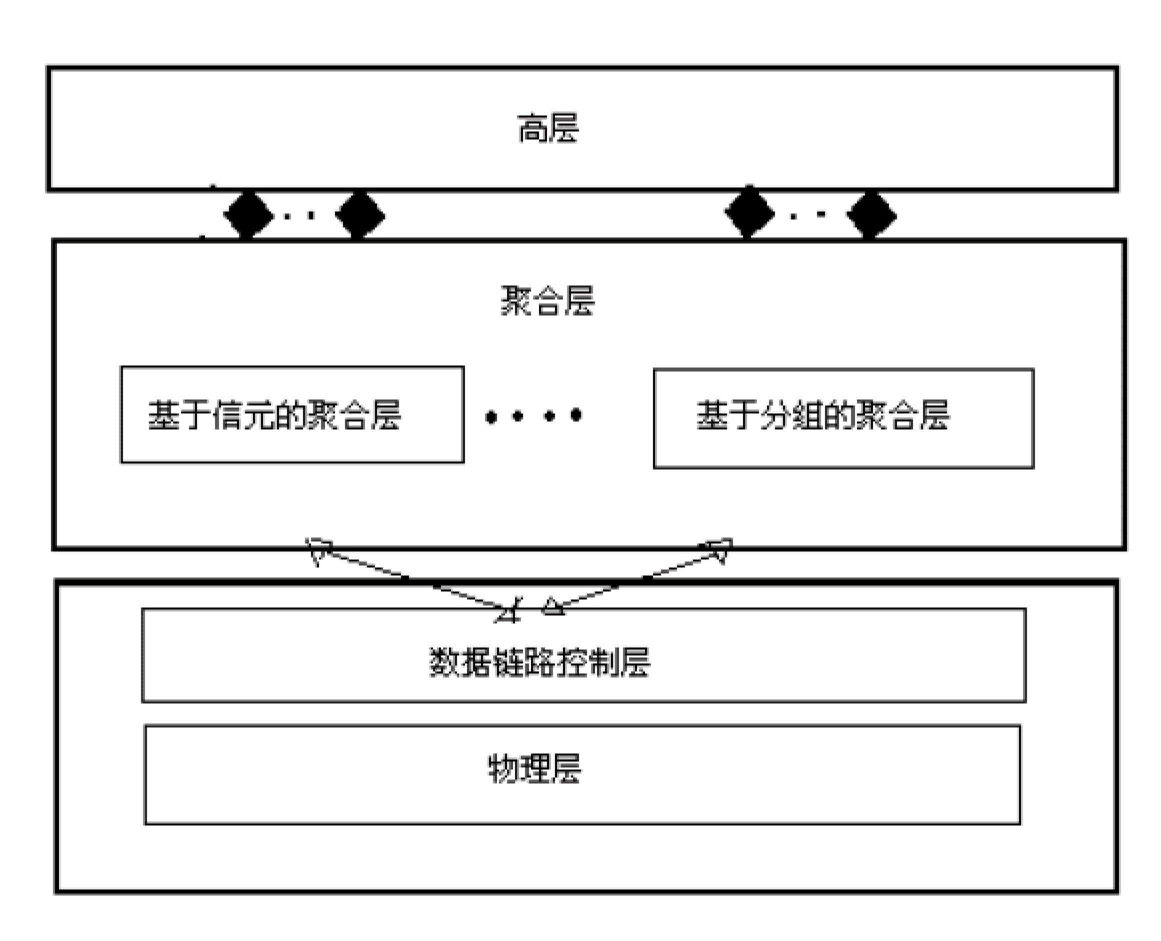


图 10-9　聚合层的一般结构

基于分组的 CL 具有一个通用部件和一个易于适配到不同配置和固定网络的由服务确定的部件。最早的 HiperLAN/2 标准确定通用部件和一个用于与固定以太网互连的服务特定的部件。

聚合层通用部件的主要功能是将从 SSCS（服务特定的聚合层）中收到数据包进行分组，并且将从 DLC 中接收到的数据包在传输给对应的 SSCS 之前进行重组。在需要时，聚合层也进行增加/删除填充字节，以便使通用部件 PDU 成为一个整数 DLC SDU。

以太网 SSCS 使 HiperLAN/2 网络看上去类似于交换式以太网的一个无线部分。它的主要功能是保存以太网帧。HiperLAN/2 标准确定的以太网 SSCS 帧提供两种 QoS 方案：最佳效率方案和基于 802.11p 的优先级方案。前者是强制支持的，它对所有的通信都同样对待；后者是可选的，它将通信分成不同的优先级队列进行处理。

附录 A　词汇与缩略语

1G　First Generation Cellular　第一代蜂窝移动通信系统

2G　Second Generation Cellular　第二代蜂窝移动通信系统

3G　Third Generation Cellular　第三代蜂窝移动通信系统

4G　第四代蜂窝移动通信系统

A

AAL　ATM adaptation layer　ATM 适配层

AC　Analog Cellular　模拟蜂窝：利用无线电小区提供蜂窝电话连接的电话系统。模拟蜂窝电话系统利用 FM（调频）无线电波传输声音级信号。为适应移动性，当在区域范围内移动时，这种蜂窝系统将交换从一个小区到另一个小区的无线电连接，网络内每个小区都有一个传输塔，用于连接移动呼叫者和移动电话转换局（MTSO）。

ACF　Association control function　相关控制函数。

ACH　Access feedback channel　接入反馈信道。

ACI　Adjacent channel interference　相邻信道干扰。

ACS　Acknowledged Connectionless Service　确认无连接服务：一种数据报结构服务，错误控制和流控制机制。

ACTS　Advanced communications technologies and services　高级通信技术与业务。

ADPcm　Adaptive differential pulse code modulation　自适应差分脉冲编码调制。

AES　Aeronautical earth station　航空地球站：用于卫星固定业务或有时用于卫星航空移动业务，位于陆地上某一指定的固定地点为卫星航空移动业务提供馈线链路的地球站。

AES　Aircraft earth station　航空器地球站：用于卫星航空移动业务，设在航空器上的移动地球站。

AF　Assigned frequency　指配频率：指配给一个电台的频带的中心频率。

AFB　Assigned frequency band　指配频带：批准给某个电台进行发射的频带；其带宽等于必要带宽加上频率容限绝对值的两倍。如果涉及空间电台，则指配频带包括对于地球表面任何一点上可能发生的最大多普勒频移的两倍。

AFS　Aeronautical Fixed Service　航空固定业务：为保证航空导航安全与正常、有效和经济的空中运输而在指定的固定地点之间的无线电通信业务。

AGGH　Access giant channel　允许接入信道。

AI　Accepted interference　可接受干扰：干扰电平虽高于规定的允许干扰标准，但

经两个或两个以上主管部门协商同意，且不损害其他主管部门利益的干扰。

AL　Application Layer　应用层：与其他用户建立联系并提供诸如文件传输和电子邮件给网络最终用户的服务。

Application Process　应用进程：利用由 OSI 参考模型的应用层提供的服务的实体，这种实体不是人便是软件。

ALI　Automatic location information　自动位置信息。

Allocation of a frequency band　频带的划分：将某个特定的频带列入频率划分表，规定该频带可在指定的条件下供一种或多种地面或空间无线电通信业务或射电天文业务使用。

Allotment of a radio frequency or radio frequency channel　无线电频率或无线电频道的分配：将无线电频率或频道规定由一个或多个部门，在指定的区域内供地面或空间无线电通信业务在指定条件下使用。

Altitude of the apogee or of the perigee　远地点或近地点的高度：远地点或近地点相对于用以代表地球表面的规定参考面上方的高度。

AM　Amplitude modulation　调幅。

AMPS　Advanced mobile phone system　高级移动电话系统。

AMS　Aeronautical mobile（OR）service　航空移动（OR）业务：主要是国内或国际民航航线以外的通信使用的航空移动业务，包括与飞行协调有关的通信。OR 为航路外 off-route 的缩写。

AN　Ad Hoc Network　特别网络：仅仅由站点组成的无线网络（没有 AP）。

ANSI　American National Standards Institute　美国国家标准化组织。

AOA　Angle of arrival　到达角。

AP　Access point　接入点，访问节点。

Appliance　设备：运行应用软件，并且实现用户和网络之间的可视连接。有几类用户设备——台式工作站、膝上计算机、掌上计算机、笔式计算机、个人数字助理（PDA）和寻呼机。

APR　Address Resolution Protocol　地址解析协议。

AR　Adaptive Routing　自适应路由：网络路径选择的一种形式，依靠路径数据信息包从源点横穿到一个取决于网络目前状态的目的节点。正常地，利用自适应路由选择，路由选择信息储存在一个节点，根据计算通过网络最佳路径的算法来改变。

ARIB　Association of Radio Industries and Businesses　无线电波工业和商业协会。

ARN　Authentication random number　鉴权随机号码。

ARP　Address resolution protocol　地下解析协议。

ARQ　Automatic Repeat-Request　自动重复请求：差错校正方式，接受节点检测错误并利用反馈路径给发送者，要求重传不正确的帧。

ARS　Aeronautical radionavigation service　航空无线电导航业务：有利于航空器飞行和航空器的安全运行的无线电导航业务。

ARSS Aeronautical radionavigation-satellite service 卫星航空无线电导航业务：地球站位于航空器上的卫星无线电导航业务。

AS Active satellite 有源卫星：载有用于发射或转发无线电通信信号的电台的卫星。

ASCH Association control channel 相关控制信道。

ASK Amplitude shift keying 幅移键控法。

ASN Authentication sequence number 鉴权顺序号。

ASS Amateur-satellite service 卫星业余业务：利用地球卫星上的空间电台开展与业余业务相同目的的无线电通信业务。

Assignment of a radio frequency or radio frequency channel 无线电频率或无线电频道的指配：将无线电频率或频道批准给无线电台在规定条件下使用。

AT Acceptance Testing 可接受测试：一种测试类型，以确定网络是否为实际用户所能接受的。网络用户应该参与制定可接受标准并进行测试。

ATM Asynchronous Transfer Mode 异步传输模式：一种基于小区，面向连接的数据服务，提供高速（达到 2.488Mbps）数据传输。ATM 结合电路和信息包交换以处理连续和突发信息。常被称为“小区中继器”。

AUC Authentication center 鉴权中心。

AUI Attachment Unit interface 连接单元接口：连接以太网网络接口卡和收发器之间的 15 针接口。

Authentication 鉴别：一个站点用来向另一个站点声明它的标识的方法。IEEE 802.11 规定了两种形式的鉴别：开放系统和共享密钥。

AWGN Additive white Gaussian noise 增加性高斯白噪声。

B

BCCH Broadcast control channel 广播控制信道。

BCH Broadcast channel 广播信道。

BER bit error rate 误比特率。

BES Base earth station 基地地球站：用于卫星固定业务或有时用于卫星陆地移动业务，位于陆地上某一指定的固定地点或指定的区域内，为卫星陆地移动业务提供馈线链路的地球站。

BG Border gateway 边界网关。

BLER Block error rate 误分组率。

BR Baud Rate 波特率：一秒钟内信号脉冲的次数。因此以它作为数字信号脉冲传播的速度。

BR bit Rate 比特率：二进制符号（0 和 1）的传输速度。比特率等于一秒钟内已传输的位（bit）的全部数目。

BRAN Broadband radio access networks 宽带无线接入网。

Bridge　桥接器：在网络结构的数据链路层或介质访问层提供网络互连功能的网络组件。桥接器可以进行数据帧的分割。

Broadband　宽带：在频率上已经经历移动的信号。通常对 LAN，宽带信号是模拟的。

BS　Base station　基地电台或基站：用于陆地移动业务的陆地电台。

BSC　Base station controller　基站控制器。

BSIC　Base station identity code　基站识别码。

BSS　Base station subsystem　基站子系统。

BSSGP　BSS gateway protocol　BSS 网关协议。

BSSID　Basic Service Set Identification　基本服务集标识：将特定 AP 与其他区别开来的 6 字节地址，也称为网络标识。

BT　Bus Topology　总线拓扑：一种拓扑类型，所有节点被连接到一条单一的电缆上，在每条电缆的两端都要安装终端电阻器。

BTMA　Busy tone multiple access　忙音多址。

BTS　Base transceiver subsystem　基本收发机子系统。

BW　Band witch　宽带：确定可用于数据传输的频谱数量。换句话说，其标识信号在介质上没有遭到重大衰减（功率损耗）时能达到的最大数据速率。

C

CA　Coordination area　协调区：在与地面电台共用相同频率的地球站周围或与接收地球站共用相同双向划分频带的发射地球站周围的一个区域，用于确定是否需要协调。在此区域之外，不会超过允许干扰的电平，因此不需要协调。

Category 1 Twisted-pair Wire　1 类双绞线：不适于大量数据传输的老式电话线。

Category 2 Twisted-pair Wire　2 类双绞线：数据速率被保证达到 4Mbps。被用于 IEEE802.5 令牌环网络（4Mbps 版本）。

Category 3 Twisted-pair Wire　3 类双绞线：数据速率被保证达到 10Mbps。被用于 IEEE802.10 Base-T（以太网）网络。

Category 4 Twisted-pair Wire　4 类双绞线：数据速率被保证达到 16Mbps。被用于 IEEE802.5 令牌环网络（16Mbps 版本）。

Category 5 Twisted-pair Wire　5 类双绞线：数据速率被保证达到 100Mbps。被用于 ANSIFDDI 令牌环网络。

CC　Coaxial Cable　同轴电缆：一种介质类型，有一个坚固的金属轴心，用屏蔽作为电流的回访路径。同轴电缆内的屏蔽降低了轴芯线内点噪音的干扰量。因此，同轴电缆可以比双绞线有更长的连接距离。一般用于老式的以太网（10Base-2）网络。

CCA　Clear channel assignment　清除信道分配。

CCH　Control channel　控制信道。

CCI　Co-channel interference　同频道干扰。

CCITT　International Telegraph and Telephone Consultative Committee　国际电报

与电话咨询委员会。

CCK　Complementary code keying　互补编码键控法。

CCLAN　Carrier Current LAN　载波电流 LAN：在设备间利用电力线作为介质传输数据的 LAN。

CD　Coordination distance　协调距离：从与地面电台共用相同频率的地球站周围或与接收地球站共用相同双向划分频带的发射地球站的给定方位起算的一段距离，用于确定是否需要协调。在此距离之外，不会超过允许干扰电平，因此不需要协调。

CDDI　Copper Data Distributed Interface　CDDI，铜数据分布式接口。

CDMA　Code division multiple access　码分多址。

CDPD　Cellular Digital Packet Data　数字分组数字蜂窝：覆盖传统的模拟网电话系统，利用一种条约频道技术在网络频道内于空闲时间以短脉冲串传输数据。CDPD 在 800MHz 和 900MHz 频率带内全双工操作，数据速率达到 19.2kbps。

CDRH　Center for Devices and Radiological Health　设备和放射线健康中心：是美国食品和医药管理委员会的组成部分，该委员会评估和证明公众使用的激光产品是否合格。

CE　Class of emission　发射类别：用标准符号标示的某发射的一组特性，例如主载波调制方式，调制信号，被发送信息的类型以及其他适用的信号特性。

CELP　Code exited linear prediction　码激励线性预测器。

Centronics　一种事实上的标准，用于连接打印机和其他设备到计算机的 36 针并行 200kbps 异步接口。

CEPT　Committee of European Post and Telecommunications　欧洲邮电委员会。

CERE　Characteristics of emissions and radio equipment　发射与无线电设备的特性。

CES　Coast earth station　海岸地球站：用于卫星固定业务或有时用于卫星水上移动业务，位于陆地上某一指定的固定地点为卫星水上移动业务提供馈线链路的地球站。

CF　Characteristic frequency　特征频率：在给定的发射中易于识别和测量的频率。例如，载波频率可被指定为特征频率。

CFP　Contention free period　竞争空闲期。

CFRS　Compulsory fitted radio station　制式无线电台：指为确保船舶、航空器的安全，在制造完成时必须安装在其上的无线电通信设备；也指按照统一规格装配在机车上的无线电通信设备。

CLI　Calling line identification　呼叫线路识别。

CLNP　Connectionless network protocol　无连接网络协议。

CN　Correspondent node　对应节点。

COA　Care of address　转交地址。

COFDM　Coded orthogonal frequency division multiplexing　编码正交频分复用

Connectivity　连通性：通信信号流过的路径。如果目的节点能够从源节点以指定的最小数据速率正确接收数据，连通性则存在于一对节点之间。

CONS　Connection Oriented　面向连接。

COS　Connection-Oriented Service　面向连接的服务：建立一个逻辑连接，在两个需要交换数据的站点间进行流控制和差错控制。

COST　CO-operative for scientific and technical research　科学技术研究合作。

CP　Carrier power　of a radio transmitter　无线电发信机载波功率：在无调制的情况下，发信机在一个射频周期内供给天线馈线的平均功率。

CPC　Centralized power Control　集中功率控制。

CR　Community reception　集体接收（用于卫星广播业务）：利用有时可能是复杂的且其天线大于个体接收天线的接收设备来接收卫星广播业务中的空间电台的发射，用于同一地点内的一般公众群体利用；通过分配系统覆盖一个有限区域。

CRC　Cyclic Redundancy Check　循环冗余码校验：一个错误检测过程，在发送站点用特定多项式来除发送的数据，并将余数附加到发送的数据上。然后在接收站用同样的多项式分解接收到的数据，并将所得余数与在发送站被添加给该数据的余数相比，如果余数相等，则 CRC 校验认为该数据的发送没有差错；如果不相符，则存在差错。

CS　Chip Sequence　芯片序列：见 Direct Sequence Spread Spectrnm（直接序列扩谱）。

CSMA/CA　Carrier sense multiple access with collision avoidance　带冲突避免的载波侦听多址。

CSMA/CD　Carrier sense multiple access with collision detection　带冲突检测的载波侦听多址。

CT　Cordless telephony　无绳电话。

CUT　Coordinated Universal Time　协调世界时：基于国际电联 ITU-R TF.460-6 建议书规定的以秒（SI）为单位的时间标度。对于国际电联《无线电规则》中的大部分实际应用而言，协调世界时（UTC）与本初子午线（经度 0°）上的平均太阳时等效，该时间过去用格林尼治平均时（GMT）表示。

CW　Contention Window　竞争窗口。

D

DAB　Digit1 audio broadcast　数字音频广播。

DB-15：标准 15 插针连接器，一般用于 RS-232 串行接口连接器，以太网收发器和计算机显示器。

DB-25：标准 25 插针连接器，一般用于 RS-232 串行接口连接器，DB-25 连接器支持所有的 RS-232 功能。

DB-9：标准 9 插针连接器，一般用于便携式计算机的 RS-232 串行接口，DB-9 连接器不支持所有的 RS-232 功能。

DbpsK　Differential binary phase shift keying　差分二进制相移键控。

DCA　Dynamic channel allocation　动态信道分配。

DCC　DLC connection Control　DLC 连接控制。

DCF　Distributed dynamic channel assignment　分布式动态信道分配。

DDP　Dominant direct path　主直接路径。

DECT　Digital enhanced cordless telephone　数字增强无绳电话。

DES　Data encryption standard　数据加密标准。

DFE　Decision feedback equalizer　判决反馈均衡器。

DFIR　Diffused IR　扩散 IR。

DFS　Dynamic frequency selection　动态频率选择。

DGPS　Differential GPS　差分 GPS。

DGS　Data gram Service　数据报服务。

DHCP　Dynamic Host Configuration Protocol　动态主机配置协议。

DIFS　DCF inter-frame spacing　DCF 帧内间隔。

DL　Discrete logarithm　离散对数。

DLC　Data link control　数据链路控制。

DLL　Data link layer　数据链路层。

DLOS　Direct line of sight　直接视线。

DO　Duplex operation　双工操作：一条电信通路的两个方向上能同时进行传输的工作方式。

DPC　Distributed power control　分布式功率控制。

DQDB　Distributed Queue Dual Bus　分布排列双总线。

DQPSK　Differential quadrangle phase shift keying　四相差分相移键控法。

DR　Distributed Routing　分布式路由：一种路由选择形式。网络中每个节点（路由器）定期识别相邻节点，更新它的路由表，然后用此信息发送的路由表到它所有的邻居。因为每个节点遵循同样的过程，所以完成的网络拓扑信息通过网络传输并最终到达每个节点。

DS　Deep space　深空：离地球的距离约等于或大于 2×106　km 的空间。

DSL　Digital subscriber line　数字用户线路。

DSMA　Digital sense multiple access　数字侦听多址。

DSS　Digital signature standard　数字签名标准。

DSSS　Direct Sequence Spread Spectrum　直接系列扩频。

DSU/CSU　Data Service Unit/Channel Service Unit　数据/信道服务单元。

DVCC　Digital verification color code　数字验证彩色代码。

E

EAGC　Effective antenna gain contour（of steerable satellite beam）　（可调卫星波束的）有效天线增益等值线：可调卫星波束瞄准线沿着有效瞄准区边缘移动所产生的天线增益等直线的包络线。

EBA　Effective boresight area（of a steerable satellite beam）　（可调卫星波束的）

有效瞄准区：用可调卫星波束瞄准线所瞄准到的地球表面的区域范围。单个可调卫星波束瞄准到的可能有一个以上的互不相连的有效瞄准区。

EDGE　Enhanced data rates for global evolution　全球发展的增强数据速率。

EDI　Electronic Data Interchange　电子数据交换。

EESS　Earth exploration-satellite service　卫星地球探测业务：地球站与一个或多个空间电台之间的无线电通信业务，并可包括空间电台之间的链路。在这种业务中由地球卫星上的有源遥感器或无源遥感器获得的有关地球特性及其自然现象的信息；从空中或地球基地平台收集同类信息；此种信息可分发给系统内的相关地球站；可包括平台询问。此种业务也可以包括其操作所需的馈线链路。

EFR　Enhanced full rate　增强全速率。

EIA　Electronics Industry Association　电子工业联合会：美国国内的标准制定组织，代表一大批美国电子公司。

EIR　Equipment identity register　设备身份寄存器。

Emission　发射：由无线电发信电台产生的辐射或辐射产物。注：无线电接收机本地振荡器辐射的能量就不是发射而是辐射。

EMRP　Effective monopole radiated power（in a given direction）　（指定方向上的）有效单极辐射功率（e.m.r.p）供给天线的功率与在指定方向上相对于短垂直天线的增益的乘积。

EOTD　Enhanced observed time difference　增强的观测时间差。

EPIRS　Emergency position-indicating radiobeacon station　应急示位无线电信标电台：用于移动业务的一种电台，其发射是用来为搜索和救助工作提供方便。

ER　Ethernet Repeater　以太网转发器：在共享公用冲突域的多站点之间提供以太网。

ERP　Effective radiated power（in a given direction）（指定方向上的）有效辐射功率（e.r.p）供给天线的功率与指定方向上相对于半波振子的增益的乘积。

ES　Ethernet Switch　以太网交换机。

ESLNT　Equivalent satellite link noise temperature　等效卫星链路噪声温度：折算到地球站接收天线输出端的噪声温度，它对应于在卫星链路输出端产生全部所测噪声的无线电频率噪声功率，但来自使用其他卫星的卫星链路的干扰和来自地面系统的干扰所造成的噪声除外。

ESS　Extended service set　扩展服务集。

ETACS　Enhanced total access communications system　增强的全天网通信系统。

Ethernet　以太网：使用 CSMA 共享网络总线类型的 10Mbps LAN。

ETSI　European Telecommunications Standards Institute　欧洲电信标准化组织。

EU　European Union　欧盟。

F

FA　Foreign agent　外地代理。

FACCH　Fast associated control channel　快速联合控制信道。

Facsimile　传真：用于传输带有或不带有中间色调的固定图像的电报技术方式，其目的是使其以一种可长久保存的方式重现图像。

FCA　Fixed channel allocation　固定信道分配。

FCC　Frequency communications commission　美国联邦通信委员会。

FCH　Frequency correction channel　频率校正信道。

FCS　Frame correction sequence　帧校正序列。

FCSSE　Full carrier single-sideband emission　全载波单边带发射：载波不受到抑制的单边带发射。

FCT　Fully-connected Topology　完全连接拓扑：网络内每个节点与另外的节点直接相连的拓扑。

FDCR　Frequency discerption-concentrate radar　频率分集雷达：采用几个频率不同而频率偏移又不大的发射信号送往同一天线的雷达。

FDD　Frequency division duplexing　频分双工。

FDDI　Fiber Distributed Data Interface　光纤分布式数据接口。

FDMA　Frequency division multiple access　频分多址。

FEC　Forward Error Correction　向前纠错：差错控制方式，不用访问发送节点，接收节点能自动最大程度校正信道错误。

FER　Frame error rate　误帧率。

F-ES　Fixed end system　固定终端系统。

FFT　Fast Fourier transform　快速傅立叶变换。

FHSS　Frequency hopPing spread spectrum　跳频扩频。

Firewall　防火墙：连接网络与外界的设备，保护网络不被未经授权的用户使用。防火墙通过阻碍某些类型的传输达到此目的。

FL　Feeder link　馈线链路：从设在给定位置上的地球站到空间电台，或从空间电台到设在某固定点的地球站的无线电链路，用于除卫星固定业务以外的空间无线电通信业务的信息传递。给定位置可以是指定的固定地点，或指定区域内的任何一个固定地点。

FM　Frequency modulation　调频。

FR　Frame Relay　帧中继器：以 56kbps 到 2Mbps 数据速率操作的信息包转换接口。

Fractional T-1：T1 帧的 64kbps 增量。

FS　Frequency sharing　频率共用。

FSK　Frequency shift keying　频移键控。

FSS　Fixed-satellite service　卫星固定业务：利用一个或多个卫星在处于给定位置的地球站之间的无线电通信业务；该给定位置可以是一个指定的固定地点或指定区域内的任何一个固定地点；在某些情况下，这种业务可包括运用于卫星间业务的卫星至卫星的链路；也可包括其他空间无线电通信业务的馈线链路。

FST　　Frequency-shift telegraphy　　频移电报技术：电报信号控制载波频率在预定的范围之内变化的调频电报技术。

FT　　Fixed terminal　　固定终端。

FTP　　File transfer protocol　　文件传输协议。

G

GA　　Gain of antenna　　天线增益：在指定的方向上并在相同距离上产生相同场强或相同功率通量密度的条件下，无损耗基准天线输入端所需功率与供给某给定天线输入端功率的比值。通常用分贝表示。如无其他说明，则指最大辐射方向的增益。增益也可按规定的极化来考虑。根据对基准天线的选择，增益分为：A）绝对或全向增益（Gi），这时基准天线是一个在空间中处于隔离状态的全向天线。B）相对于半波振子的增益（Gd），这里基准天线是一个在空间处于隔离状态的半波振子，且其大圆面包含指定的方向。C）相对于短垂直天线的增益（Gv），这时基准天线是一个比 1/4 波长短得多的、垂直于包含指定方向并完全导电的平面的线性导体。

Gateway　　网关：在高级网络层提供互连性的网络组件。

GBS　　Geographic base station　　地理定位基站。

GFSK　　Gauss frequency shift keying　　高斯频率移动键控：一种在执行调制之前，用高斯过滤器过滤基带信号的频率调制技术。

GGSM　　Gateway GPRS support node　　网关 GPRS 支持节点。

GIS　　Geographic information system　　地理信息系统。

GMSC　　Gateway MSC　　网关 MSC。

GMSK　　Gauss minimum shift keying　　高斯最小频移键控。

GPRS　　General packet radio service　　通用无限分组业务。

GPS　　Global positioning system　　全球定位系统。

GR　　GPRS register　　GPRS 登记。

GS　　Geosynchronous satellite　　地球同步卫星：运行周期等于地球自转周期的地球卫星。

GSM　　Global system of mobile communications　　全球移动通信系统。

GSO　　Geostationary-satellite orbit　　地球静止卫星轨道：地球静止卫星所必须进入的轨道。

GTP　　GPRS tunnel protocol　　隧道协议。

GUI　　Graphical user interface　　图形用户界面。

H

HA　　Home agent　本地代理。

HAN　　Home area network　家庭区域网络。

HAPS　　High altitude platform station　　高空平流层电台（HAPS）：位于 20km 至

50km 高度处，并且相对于地球在一个特定的标称固定点的某个物体上的电台。

HDLC High level Data Control 高级数据链路控制。

HDM Handoff direction message 越区切换指示消息。

HDR High data rate 高数据速率。

HFC Hybrid fiber coax 光纤同轴电缆混合网络。

HGA Hybrid channel assignment 混合信道分配。

HI Harmful interference 有害干扰：危害无线电导航或其他安全业务的正常运行，或严重地损害、阻碍、或一再阻断按规定正常开展的无线电通信业务的干扰。

HIPERLAN High performance radio LAN 高性能无线 LAN。

HLR Home location register 本地位置寄存器。

HMAC Hashed message authentication code 散列消息身份验证码。

HPN Home phone networking 家庭电话网络。

HPNA Home phone network alliance 家庭电话网络联合。

HSCSD High speed circuit switched data 高速电路文换数据。

HT Hierarchical Topology 分层拓扑：一种把同一地域内的节点连接起来，然后又和余下的网络结合归为群组的拓扑。分层拓扑的思想是在高密度区域内安装更多的链路，而在这些人口之间安装更少的链路。

HTML Hypertext Markup Language 超文本链接标示语言：World Wide Web 上所用的一种标准，用来规定文件之间的超级连接。

I

IAO Inclination of an orbit（of an earth satellite） （地球卫星的）轨道的倾角：包含轨道的平面与地球赤道平面的夹角，它由地球赤道平面在轨道升交点按逆时针方向计决定，范围在 0~180 度之间。

IAPP Inter-access point protocol 内部访问点协议。

IBSS Network Independent Basic Service Set Network 独立基本服务集网络。

IcmP Internet control message protocol Internet 控制报文协议。

IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers 电气和电子工程师协会。

IETF Internet Engineering Task Force Internet 工程任务组。

IFS Inter frame spacing 帧内间隔。

II Inward Interference 内部干扰。

IL Infrared light 红外线：波长范围从约 0.75gm 到 1000gm 的光波。

ILS Instrument landing system 仪表着陆系统：对即将着陆及着陆过程中的航空器提供水平与垂直方向的引导，并在某些固定点上指示出距着陆参考点距离的无线电导航系统。

ILSGP Instrument landing system glide path 仪表着陆系统下滑信标 仪表着陆系统中的垂直引导系统，用以指示航空器与最佳下降路线的垂直偏差。

ILSL Instrument landing system localizer 仪表着陆系统航向信标仪表着陆系统中的水平引导系统，用以指示航空器与沿跑道轴线的最佳下降路线的水平偏差。

IMEI International mobile equipment identity 国际移动设备识别。

IMT-2000 International mobile telecommunications beyond 2000 国际移动通信 2000。

Interference 干扰：由于一种或多种发射、辐射、感应或其组合所产生的无用能量对无线电通信系统的接收产生的影响，其表现为性能下降、误解、或信息丢失，若不存在这种无用能量，则此后果可以避免。

Internet work 互联网络：互联网络的集合。通常有必要将网络联在一起，而互联网络在不同的网络之间提供了必要的共享两个网络信息的功能。

IP Internet protocol Internet 协议。

IR Infrared 红外线。

Irda Infrared data association 红外线数据协会。

IS Integration Service 综合业务。

ISDN Integrated services digital network 综合业务数字网。

ISI Inter symbol interference 符号间干扰。

ISISP Intermediate System-to-Intermediate System Protocol 中间系统到中间系统协议：一种 OSI 协议，用于中间系统交换路由信息。

ISM Industrial scientific and medical（ISM）applications（of radio frequency energy）（射频能量的）工业、科学和医疗（ISM）应用：能在局部范围内产生射频能量并利用这种能量为工业、科学、医疗、民用或类似领域提供服务的设备或器械的运用，但不包括电信领域内的运用。FCC 批准的用于无线 LAN 的无线电频率带。ISM 带位于 902MHz，2400GHz 和 5.7GHz 上。

ISM Bands International Standardization Organization 国际标准组织。

ISO International Standard Organization 国际标准化组织。

ISP Internet service provider Internet 服务提供商。

ISS Inter-satellite service 卫星间业务：在人造地球卫星之间提供链路的无线电通信业务。

IT Integration Testing 集成测试：网络组件安装后在组件间检验接口的测试类型。

ITS Intelligent transportation system 智能交通系统。

ITTC International Telephone and Telegraph Committee 国际电话顾问委员会。

ITU International Telecommunication Union 国际电信联盟。

ITU-R Radio sector of ITU ITU 无线通信组。

ITU-T Telecom sector of ITU ITU 电信组。

IV Initial vector 初始向量。

J

JAD Joint Application Design 联合应用程序设计。

JDC Japanese digital cellular 日本数字蜂窝移动网络。

JTACS Japanese total access communications system 日本全接入通信系统。

JTC Joint technical committee 联合技术委员会。

L

L1，L2，etc. 或 Layer-1，Layer-2，etc. 1 层，2 层等。

LA Location area 局域。

LAN Local area network 局域网。

LANE LAN emulation LAN 仿真。

LAP Link Access Procedure LAP，链路访问协议。

LAPD Link access protocol –D 链路访问协议-D。

Laser 激光。

LB Local Bridge 局部网桥：连接两个紧邻的 LAN 的网桥。

LBT Listen before talk 先听后说。

LCCH Link control channel 链路控制信道。

LCH Long transport channel 长途传输信道。

LED Light Emitting Diode 发光二极管：与光纤一起使用，当电流经过时，它发出不连贯的光。

LEO Low earth orbiting（for satellites）近地轨道（用于卫星）。

LES Land earth station 陆地地球站：用于卫星固定业务或有时用于卫星移动业务，位于陆地上某一指定的固定地点或指定的区域内，为卫星移动业务提供馈线链路的地球站。

LFSR Linear feedback shift register 线性反馈移位寄存器。

LLC Logical link control 逻辑链路控制。

LLCL Logical Link Control Layer 逻辑链路控制层。

LMDS Local multi point distribution service 本地多点分配业务。

LMES Land mobile earth station 陆地移动地球站：用于卫星陆地移动业务，能在一个国家或一个区域的地理范围内进行地面移动的移动地球站。

LMS Land mobile service 陆地移动业务。

LMSS Land mobile-satellite service 卫星陆地移动业务。

LOS Line of sight 视线。

LPC Linear predictive coding 线性预测编码。

LPW Left-hand（anticlockwise）polarized wave 左旋（或逆时针）极化波：在任何一个垂直于传播方向的固定平面上，顺着传播方向看去，其电场向量随时间向左（逆时针方向）旋转的椭圆极化波或圆极化波。

LR Location register 位置寄存器。

LS Land station 陆地电台：用于移动业务，在固定点使用（不在移动时使用）

的电台。

LTE　Linear transversal equalizer　线性横向均衡器。

M

MA　Medium Access　介质访问。

MAC　Medium access control　介质访问控制。

MACL　Medium Access Control Layer　介质访问控制层。

MAHO　Mobile assisted handoff　移动台辅助越区切换。

MAP　Mobile application part　移动应用部分。

MAS　Meteorological aids service　气象辅助业务：用于气象（含水文）的观察与探测的无线电通信业务。

MAU　Multi station Access Unit　多站访问装置。

MB　Marker beacon　指点信标：用于航空无线电导航业务的发信机，它垂直发射一个鉴别图形，以此向航空器提供位置信息。

MBC　Meteor Burst Communication　流星猝发通信：控制无线电波的通信系统，在电离层用数据信号进行调制。无线电信号由流星进入大气层后燃烧留下的电离气体反射并回到地球，呈现巨大的覆盖区，可以实现长距离操作。

MCHO　Mobile controlled handoff　移动台控制的越区切换。

Mcm　Multi carrier modulation　多载波调制。

MDBS　Mobile data base station　移动数据基站。

MD-IS　Mobile data intermediate system　移动数据中介系统。

MDLP　Mobile data link protocol　移动数据链路协议。

ME　Mobile equipment　移动设备。

Medium　介质：提供基本构件支持信息信号传输的物理链路。大部分介质由金属、玻璃、塑料或空气构成。

M-ES　Mobile end system　移动终端系统。

MES　Mobile earth station　移动地球站：用于卫星移动业务，专供移动时或在非指定地点停留时使用的地球站。

MG　Mail Gateway　电子邮件网关：互连不同的电子邮件系统的网关类型。

MIB　Management Information Base　管理信息库：驻留在虚拟信息库中的被管理目标集合。

Middleware　中间件：位于有线网络，在无限设备和应用软件或驻留在有线网络上的数据之间的一种中间软件组件。中间件在设备和主机应用软件或服务器数据库之间提供合适的接口。

MIDI　Musical Instrument Digital Interface　乐器数字界面：用于乐器和计算机之间音乐信息呼唤的标准协议。

MMS　Maritime mobile service　水上移动业务：海岸电台和船舶电台之间，船舶

电台之间或相关的船载通信电台之间的移动业务；营救器电台和应急示位无线电信标电台也可参与此种业务。

MMSS Maritime mobile-satellite service 卫星水上移动业务。

MN Mobile node 移动节点。

MNLP Mobile network location protocol 移动网络位置协议。

MNRP Mobile network registration protocol 移动网络注册协议。

Mobility 移动性：连续从一个位置移动到另一个位置的能力。

Modulation 调制。

MP Mean power（of a radio transmitter） （无线电发信机）平均功率：在正常工作情况下，发信机在调制中以与所遇到的最低频率周期相比的足够长的时间间隔内，供给天线馈线的平均功率。

MPDU MAC Protocol Data Unit MAC 协议数据单元。

MR Mobility Requirements 移动性需求：描述了用户执行他们的任务时的运动。移动性应该区分移动的程度是连续不断的还是周期性的。

MRS Maritime radionavigation service 水上无线电导航业务：有利于船舶航行和船舶安全运行的无线电导航业务。

MRSS Maritime radionavigation-satellite service 卫星水上无线电导航业务：地球站位于船舶上的卫星无线电导航业务。

MS Mobile service 移动业务：移动电台和陆地电台之间，或各移动电台之间的无线电通信业务。

MSC Mobile switching center 移动交换中心。

MSK Minimum shift keying 最小移频键控。

MSL Multi-satellite link 多卫星链路：一个发射地球站和一个接收地球站间通过两个或多个卫星，不经过任何其他中间地球站所建立的无线电链路。多卫星链路由一条上行链路、一条和多条卫星至卫星间链路及一条下行链路组成。

MSS Meteorological-satellite service 卫星气象业务：用于气象的卫星地球探测业务。

Multiplexer 多路复用器。

N

NBW Necessary bandwidth 必要带宽：对给定的发射类别而言，其恰好足以保证在相应速率及在指定条件下具有所要求质量的信息传输的所需带宽。

NBY Narrowband System 窄带系统。

NCHO Network controlled handoff 网络控制的越区切换。

NDDP Non-dominant direct path 非主直接路径。

Netbios Network Basic Input Output System 网络基本输入输出系统。

NFS Network file system 网络文件系统。

NIC Network Interface Card 网络接口卡。

Network Layer　　网络层。

Network Management Station　　网络管理站：执行监督和控制网络组件的管理应用软件。

Network Management　　网络管理。

Network Monitoring　　网络监控器。

Network Re・engineering　　网络再工程：能帮助一个组织事先积极控制网络演变的构件过程。网络再工程包括持续鉴别影响网络变化的因素，分析网络更改的可行性以及执行必要的网络修改。

NFS　　Network File System　　网络文件系统。

NIC　　Network interface card　　网络接口卡。

NID　　Network ID　　网络 ID。

NIST　　Nation Institutes of Standards and Technology　　美国国家标准技术研究所。

NIT　　Nippon Telephone and Telegraph　　日本电报电话公司。

NLOS　　Non-line of sight　　非视线。

NMT　　Nordic Mobile Telephony　　北欧移动电话。

NNI　　Network Network interface　　网络与网络接口。

Node　　节点：网络上任何可设定地址的网络设备，如路由器或网络接口卡。

NPMA　　Non-preemptive multiple access　　非抢占多址。

NSAP　　Network Service Access Point　　网络服务程序访问点。

NSS　　Network subsystem　　网络子系统。

O

OB　　Occupied bandwidth　　占用带宽：指这样一种带宽，在此频带的频率下限之下和频率上限之上所发射的平均功率分别等于某一给定发射的总平均功率的规定百分数β/2。除非 ITU-R 建议书对某些适当的发射类别另有规定，β/2 值应取 0.5%。

OBCS　　On-board communication station　　船载通信电台：用于水上移动业务的一种低功率移动电台，用于船舶内部通信，或在救生艇演习或工作时用于船舶及其救生艇和救生筏之间的通信，或用于一组顶推、拖带船舶之间的通信，亦可用于列队和停泊的指挥。

ODBC　　Open Database Connectivity　　开放式数据库互连。

ODI　　Open Data Link Interface　　开放式数据链路接口。

OFDM　　Orthogonal frequency division multiplexing　　正交频分多路复用。

OLOS　　Obstructed line of sight　　视线阻碍。

OOBD　　Out-of-band domain（of an emission）　　（发射的）带外域：是指刚超出必要带宽而未进入杂散域的频率范围，在此频率范围内带外发射为其主要发射产物。基于产生的源而定义的带外发射，主要产生在此带外域中，也会在杂散域中延伸一小部分。同样地，主要产生在杂散域中的杂散发射也可能在带外域中产生。

OOBE　　Out-of-band emission　　带外发射：由于调制过程而产生的、刚超出必要带宽的一个或多个频率的发射，但杂散发射除外。

Orbit　轨道：由于受到自然力（主要是万有引力）的作用，卫星或其他空间物体的质量中心所描绘的相对于某参照系的轨迹。

OSA　Open System Authentication　开放式系统鉴定。

OSI　Open system interconnection　开放式系统互连。

OSPF　Open Shortest Path First　开放式最短路径优先：TCP/IP 路由器的路由协议，在源点到目标站点间最少中继段的基本路由选择。

OT　Operational terms　操作术语。

P

PACCH　Packet associated control channel　分组关联控制信道。

PACS　Personal access communications system　个人接入通信系统。

PAGCH　Packet AGCH　分组 AGCH。

PAM　Pulse amplitude modulation　脉幅调制。

PAMA　Packet reservation multiple access　分组预约多址。

PBCCH　Packet BCCH　分组 BCCH。

PBX　Private branch exchange　专用小交换机。

PC　Project Charter　项目宪章：正式承认项目的存在，确定项目所表述的商业需要，并且大体描述了最终的产品。

PCF　Point Coordination Functions　点协调功能：一种基于优先级机制无争用帧传输的 IEEE 802.11 模式；能够支持声音和视频的限时服务。

PCH　Paging channel　无线寻呼信道。

PCM　Pulse Code Modulation　脉冲编码调制。

PCMCIA　Personal Computer Memory Card International Association form Factor　个人计算机存储卡国际协会形状因数。

PCR　Pulse compress radar　脉冲压缩雷达：发射时采用宽脉冲，接收时将这个宽脉冲压缩成窄脉冲的雷达。

PCS　Personal Communication Services　个人通信服务。

PDCH　Packet data channel　分组数据信道。

PDF　Probability density function　概率密度函数。

PDM　Pulse duration modulation　脉宽调制。

PDN　Public data network　公共数据网。

PDP　Packet data protocol　分组数据协议。

PDU　Protocol data unit　协议数据单元。

PEP　Peak envelope power（of a radio transmitter）　（无线电发信机）峰包功率：在正常工作情况下，发信机在调制包络最高峰的一个射频周期内，供给天线馈线的平均功率。

Period（of a satellite）　（卫星的）周期：一个卫星连续两次经过其轨道上的某特定点的间隔时间。

PG　　Processing Gain　　处理增益：等于扩展直接序列信号的数据速率除以实际数据的数据速率。

PHP　　Physical handy phone　　个人手持电话。

PHS　　Personal handy phone system　　个人手持电话系统。

PHY　　Physical layer　　物理层。

PI　　Permissible interference　　允许干扰：观测到的或预测的干扰，该干扰符合国家或国际上规定的干扰允许值和共用标准。

PIFS　　PCF inter-frame spacing　　PCF 帧间间隔。

PIN　　Personal identification number　　个人识别号。

PL　　Physical Layer　　确定电子的、机械的和程序上的规范，提供通过一个通信信道的位（bit）传输。

PLCP　　Physical layer convergence protocol　　物理层会聚协议。

PLS　　Personal locator services　　个人定位业务。

PLW　　Packet Length width　　分组长宽。

PM　　Performance Modeling　　性能模型化。

PMD　　Physical medium dependent　　物理介质相关（子层）。

PMDS　　Physical Medium Dependent Sublayer　　物理介质相关子层，通过无线介质在两个站点之间提供的物理层实体的实际传输和接收。

PN　　Pseudo-noise　　伪随机噪声：具有一个长特性曲线的实际信号，类拟于噪音。

PNCH　　Packet notification channel　　分组通知信道。

Portability　　可携带性：指能够被轻易建立、使用和拆除的网络连接性。

Portal　　入口。

POS　　Port operations service　　港口操作业务：海（江）岸电台与船舶电台之间，或船舶电台之间在港口内或港口附近的一种水上移动业务。其通信内容只限于与作业调度、船舶运行和船舶安全以及在紧急情况下的人身安全等有关的信息。这种业务不用于传输属于公众通信性质的信息。

POTS　　Plain old telephone service　　简易老式电话业务。

Power　　功率：凡提到无线电发信机等的功率时，根据发射类别，应采用以下的三种形式之一，并以设定的两种符号之一表示：—— 峰包功率（PX 或 px）；——平均功率（PY 或 py）；—— 载波功率（PZ 或 pz）；对于不同发射类别，在正常工作和没有调制的情况下，峰包功率、平均功率与载波功率之间的关系载明在可用作指导的 ITU-R 建议书中。应用于公式中时，符号 p 表示以瓦计的功率，而符号 P 表示相对于一基准电平以分贝计的功率。

PPM　　Pulse Position Modulation　　脉冲位置调制：改变脉冲的位置来代表不同的二进制符号。脉冲位置的变化保持着信号的信息内容。

PPRCH　　Packet paging response channel　　分组寻呼响应信道。

PR　　Primary radar　　一次雷达：以基准信号与从被测物体反射的无线电信号进行比

较为基础的无线电测定系统。

Primitive　原语　OSI 参考模型中两个层之间的抽象交互作用的表示。

PRM　Pulse position modulation　脉冲位置调制。

PrototyPing　原型设计：决定或检验需求和设备规格的方法。原型一般包括支持建议方案的网络硬件和软件。原型设计的途径是典型的试错法（trial-and-error）实验过程。

PS　Passive sensor　无源传感器：用于卫星地球探测业务或空间研究业务的一种测量仪器，通过它接收自然界发出的无线电波以获得信息。

PSAP　Public safety answering point　公共安全应答点。

PSF　Packet signaling field　分组信令域。

PSK　Phase shift keying　相移键控。

PSPDN　Packet switched public data network　分组交换公共数据网。

PSTN　Public switched telephone network　公共交换电话网。

PTCH　Packet traffic channel　分组业务信道。

PTM-G　Point-to-multipoint group　点到多点分组。

PTM-M　Point-to-multipoint multicast　点到多点组播。

PTP　Point-to-point　点到点。

PTPN　Peer-to-peer Network　对等网络。

PTPP　Point-to-Point protocol　点到点协议。

PWM　Pulse width modulation　脉宽调制。

Q

QAM　Quadrature amplitude modulation　正交幅度调制。

QoS　Quality of service　服务质量。

QPSK　Quadrature phase shift keying　四相相移键控。

R

RA　Routing area　路由区域。

RACH　Random access channel　随机接入信道。

Radar　雷达：以基准信号与从被测物体反射或重发来的无线电信号进行比较为基础的无线电测定系统。

Radiation　辐射：任何源的能量流以无线电波的形式向外发出。

Radio　无线电：对无线电波使用的通称。

Radiodetermination service　无线电测定业务：用于无线电测定的无线电通信业务。

Radiodetermination station　无线电测定电台：用于无线电测定业务的电台。

Radiodetermination-satellite service　卫星无线电测定业务：利用一个或多个空间电台进行无线电测定的无线电通信业务。这种业务也可以包括其操作所需的馈线链路。

Radiolocation　无线电定位：用于除无线电导航以外的无线电测定。

Radiolocation land station　无线电定位陆地电台：用于无线电定位业务，在固定点使用（不在移动时使用）的电台。

Radiolocation mobile station　无线电定位移动电台：用于无线电定位业务，专供移动时或在非指定地点停留时使用的电台。

Radiolocation service　无线电定位业务：用于无线电定位的无线电测定业务。

Radiolocation-satellite service　卫星无线电定位业务：用于无线电定位的卫星无线电测定业务。这种业务也可以包括其操作所必需的馈线链路。

Radionavigation land station　无线电导航陆地电台：用于无线电导航业务，在固定点使用（不在移动时使用）的电台。

Radionavigation mobile station　无线电导航移动电台：用于无线电导航业务，专供移动时或在非指定地点停留时使用的电台。

Radionavigation service　无线电导航业务：用于无线电导航的无线电测定业务。

Radionavigation-satellite service　卫星无线电导航业务：用于无线电导航的卫星无线电测定业务。这种业务也可以包括其操作所必需的馈线链路。

Radiosonde　无线电高空测候器：用于气象辅助业务，通常装在航空器、自由气球、风筝或降落伞上的用以发送气象数据的自动无线电发信机。

Radiotelegram　无线电报：发自或发往移动电台或移动地球站的电报，它的全部或部分传输通路为移动业务或卫星移动业务的无线电通信信道。

Radiotelemetry　无线电遥测技术：使用无线电波的遥测技术。

Radiotelephone call　无线电话呼叫：发自或发往移动电台或移动地球站的电话呼叫，它的全部或部分传输通路为移动业务或卫星移动业务中的无线电通信信道。

Radiotelex call　无线电用户电报呼叫：发自或发往移动电台或移动地球站的用户电报呼叫，它的全部或部分传输通路为移动业务或卫星移动业务的无线电通信信道。

RAI　RA identity　RA 识别。

R-ALOHA　Reservation ALOHA　预约 ALOHA。

RAS　Radio Astronomy Service　射电天文业务：涉及射电天文使用的一种业务。

RB　Radar beacon（racon）　雷达信标（racon）：同固定导航标志设在一起的收发信机，当其被某个雷达触发时，会自动送回一个鉴别信号，该信号能在触发雷达的显示器上提供距离、方位和识别等信息。

RB　Red Book　红皮书：美国国家安全局（NSA）规定安全网络标准的文件。

RB　Remote Bridge　远程网桥：连接被远距离所分开的网桥。组织通过专用的56kbps 电路、T1 数字电路和无线电波来提供远程桥之间的长距离连接。

RC　Radio communication　无线电通信：利用无线电波的电信。

RCS　Radio communication service　无线电通信业务：为各种电信用途所进行的无线电波的传输、发射和/或接收。在本规定中，除非另有说明，否则无线电通信业务均指地面无线电通信。

RCSSE　Reduced carrier single-sideband emission　减载波单边带发射：载波受到一定程度抑制但仍可得到恢复并用于解调的单边带发射。

RD　Radio determination　无线电测定：利用无线电波的传播特性测定目标的位置、速度或其他特性，或获得与这些参数有关的信息。

RDF　Radio direction-finding　无线电测向：利用接收无线电波来确定电台或目标的方向的无线电测定。

RDFS　Radio direction-finding station　无线电测向电台：利用无线电测向技术的无线电测定电台。

Repeater　转发器：在网络结构的物理层提供五连网功能的网络组件。转发器增强网络信号，延长信号的传输距离。

RES　Radiobeacon station　无线电信标电台：用于无线电导航业务的一种电台，其发射是用来使某个移动电台能测定自己与信标电台的相对方位或方向。

RF　Reference frequency　参考频率：相对于指配频率，具有固定和特定位置的频率。此频率对指配频率的偏移与特征频率对发射所占频带中心频率的偏移具有相同的绝对值和符号。

RFC　Request for comments　请求评注。

RFCH　Radio frequency channel　无线频率信道。

RHPW　Right-hand（clockwise）polarized wave　右旋（或顺时针）极化波：在任何垂直于传播方向的固定平面上，顺着传播方向看去，其电场向量随时间向右（顺时针方向）旋转的椭圆极化波或圆极化波。

RIP　Routing Information Protocol　路由信息协议。

RIRP　Equivalent isotropically radiated power　等效全向辐射功率（e.i.r.p）：供给天线的功率与指定方向上相对于全向天线的增益（绝对或全向增益）的乘积。

RLC　Radio link control　无线链路控制。

RN　Radio navigation　无线电导航：用于导航（包括障碍物告警）的无线电测定。

Router　路由器。

RPE　Regular pulse excitation　规则脉冲激励。

RRC　radio resource control　无线资源控制。

RRM　radio resource management　无线资源管理。

RS　Radio services　无线电业务。

RS-232：一种 EIA（电子工业联合会）标准，计算机和外围设备之间的串行通信被确定为 20kbps、15m。

RS-422：确定非平衡电路电子指数的一种 EIA 标准（即传输线和回程线处于地线之上的相同电压）。RS-422 用于与 RS-449 的连接。

RS-423：确定非平衡电路电子指数的一种 EIA 标准（即，回程线是接地的）。RS-423 用与 RS-449 的连接。

RS-449：一种 EIA 标准，为高速传输确定 37 针的连接器。

RS-485：多点通信线路的一种 EIA 标准。

RSAS　Radio stations and systems　无线电台与系统。

RSl　Rate set1　速率集合 1。

RSS　Receive signal strength　接收信号强度。

RSVP　Reservation protocol　资源预留协议。

RT　Ring Topology　环行拓扑：一组节点加入一个封闭圆环的拓扑。

RTS/CTS　Request to send/clear to send　请求发送/清除发送。

RTT　Radio transmission technology　无线传输技术。

RWHW　Radio waves or hertzian waves　无线电波或赫兹波：频率规定在 3000GHz 以下，不用人造波导而在空间传播的电磁波。

S

SA　Spectrum Analyzer　频谱分析器：在各种频率上鉴定信号振幅的工具。

SACC　Slow associated control channel　慢关联控制信道。

SAP　service access point　点服务访问节。

SAS　Sectored antenna system　扇形天线系统。

Satellite　卫星：围绕着另一个质量远大于其本身的物体旋转的物体，其运行主要并长久地由前者的引力决定。

SB　Sign beaconing　标志信标：用于航空无线电导航业务的一种发信机，它以垂直辐射的特殊方向图向航空器提供位置信息。

SCH　Short transport channel　短距离传输信道。

SCS　Survival craft station　营救器电台：用于水上移动业务或航空移动业务，专为救生目的而设置在任何救生艇、救生筏或其他营救器上的移动电台。

SCSSE　Suppressed carrier single-sideband emission　抑制载波单边带发射：载波全部被抑制，且不拟用于解调的单边带发射。

SD　Spurious domain（of an emission）　（发射的）杂散域：带外域以外的频率范围，在此频率范围内杂散发射为其主要发射产物。

SDCCH　Stand alone dedicated control channel　独立专用控制信道。

SDMA　Space division multiple access　空分多址。

SDO　Semi-duplex operation　半双工操作：电路的一端用单工操作，另一端用双工操作的一种工作方式。

SDP　Service discovery protocol　业务发现协议。

SE　Spurious emission　杂散发射：必要带宽之外的一个或多个频率的发射，其发射电平可降低而不致影响相应信息的传输。杂散发射包括谐波发射、寄生发射、互调产物及变频产物，但带外发射除外。

SED　Start of frame delimiter　帧定界起始。

SEPIR　Satellite emergency position-indicating radiobeacon　卫星应急示位无线电信标：用于卫星移动业务的一种地球站，其发射是用来为搜索和救助工作提供方便。

SES　Ship earth station　船舶地球站：用于卫星水上移动业务，设在船舶上的移动地球站。

SET　Ship's emergency transmitter　船舶应急发信机：为遇险、紧急或安全目的而在专用遇险频率上使用的船舶发信机。

SFTSS　Standard frequency and time signal service　标准频率和时间信号业务：为满足科学、技术和其他方面的需要而播发规定的高精度频率、时间信号（或二者同时播发）以供普遍接收的无线电通信业务。

SGSN　Serving GPRS support node　GPRS 服务支持节点。

SHA　Secure hash algorithm　安全散列信号算法。

SID　System ID　系统 ID。

SIFS　Short inter-frame spacing　短帧间间隔。

SIM　Subscriber identity module　用户识别模块。

SIR　Signal to interference ratio　信号干扰比。

SKA　Shared Key Authentication　共享密钥鉴定。

SL　Satellite link　卫星链路：一个发射地球站与一个接收地球站通过一个卫星所建立的无线电链路。一条卫星链路由一条上行链路（上行线）和一条下行链路（下行线）组成。

SL　Service Layer　会话层：建立、管理和终止应用软件之间的会话。

SLIP　Serial Line Internet Protocol　串行线路互联网协议。

SMDS　Switched Multimegabit Digital Service　交换多兆位数字服务。

SMS　Short message service　短信息业务。

SMSC　SMS center　SMS 中心。

SMTP　Simple Mail Transfer Protocol　简单邮件传输协议：互联网电子邮件协议

SN　Satellite network　卫星网络：仅由一个卫星及其相配合的多个地球站组成的卫星系统或卫星系统的一部分。

SNA　Systems Network Architecture　系统网络结构。

SNDCP　Subnetwork dependent convergence protocol　子网络相关会聚协议。

SNMP　Simple Network Monitoring Protocol　简单网络监控协议。

SNR　Signal to noise ratio　信噪比。

SO　Simplex operation　单工操作：在一条电信通路的两个方向上交替进行传输的一种工作方式，例如人工控制。

SON　Server-oriented Network　面向服务器的网络。

SONET　Synchronous Optical network　同步光学网络。

SOS　Space operation service　空间操作业务：仅与空间飞行器的操作、特别是与

空间跟踪、空间遥测和空间遥令有关的无线电通信业务。上述空间跟踪、空间遥测和空间遥令功能通常是空间电台运营业务范围内的功能。

SP　Service Primitive　服务原语：用来在两个网络结构之间发送信息的通信组件。

Spacecraft　空间飞行器：飞往地球大气层主要部分以外的人造飞行器。

SQL　Structured Query Language　结构化查询语言。

SR　Secondary radar　二次雷达：以基准信号与从被测物体重发来的无线电信号进行比较为基础的无线电测定系统。

SRC　Space radio communication　空间无线电通信：包括利用一个或多个空间电台或者利用一个或多个反射卫星，或利用空间其他物体所进行的任何无线电通信。

SRS　Ship movement service　船舶移动业务：在海岸电台与船舶电台之间，或船舶电台之间除港口操作业务以外的水上移动业务中的安全业务。其通信内容只限于与船舶行动有关的信息。这种业务不用于传输属于公众通信性质的信息。

SS　Safety service　安全业务：为保障人类生命和财产安全而常设或临时使用的无线电通信业务。

SS-7　Signaling system-7　7 号信令系统。

SSB　Steerable satellite beam　可调卫星波束：能重新进行再定点的卫星天线波束。

SSE　Single-sideband emission　单边带发射　只传送一个边带的调幅发射。

ST　Space telecommand　空间遥令：为了启动、更改或终止在相关空间物体（包括空间电台）上设备的运行而利用无线电通信传送到空间电台的控制信号。

Station　站点。

STP　Shield twisted pair　屏蔽双绞线。

SUO　Small unit operations　小单元操作。

T

TACS　Total access communication system　全入网通信系统。

TASI　Time assignment speech interpolation　时间分配语音插值。

TC　Test Case　检验实例：带有一组确定的输入值和相应预期结果的检验。

TCH　Traffic channel　业务信道。

TCM　Technology Comparison Matrix　技术比较矩阵：比较基于如功能性、特性、成本和成熟程度等属性特征的相似技术的文件编制方式。

TCP　Transmission Control Protocol　传输控制协议：用于建立和保持不同计算机上应用软件之间联系的公用协议。TCP 提供全双工、公认的和流控制服务到上一级协议和应用软件。

TCP/IP　Transmission control protocol/Internet protocol　传输控制协议/网际协议。

TCR　Three coordinate radar　三坐标雷达：能同时测定多个空间目标的 3 个坐标（距离、方位角和仰角或由此推导出的高度）的雷达（又称空间雷达）。

TDD　Time division duplex　时分双工。

TDI　Tapped delay line　抽头延时线。

TDMA　Time division multiple access　时分多址。

TDOA　Time difference of arrival　到达时间差。

TDR　Time-domain Reflectometer　时域反射计。

TE　Thick Ethernet　粗缆以太网。

TEI　Temporary equipment identifier　临时设备识别码。

Telecommand　遥令：为了启动、更改或终止远距离设备的运行而利用电信传送的控制信号。

Telecommunication　电信：利用有线、无线电、光或其他电磁系统所进行的符号、信号、文字、图像、声音或其他信息的传输、发射或接收。

Telecommuting　远程办公。

Telegram　电报：利用电报技术传送投递给收报人的书面材料。

Telegraphy　电报技术：一种目的在于将所发送的信息在到达时作为图形文件而予以记录的电信方式，所发送的信息有时可以以其他形式表示，也可以被存储起来供以后使用。

Telemetry　遥测技术：利用电信在离测量仪器有一定距离的地方，自动地显示或记录测量结果的技术。

Telephony　电话技术：为传输和交换语音或其他声音信息而建立的一种电信方式。

Television　电视：传输静止或活动景物的瞬间图像的一种电信方式。

Telnet 远程登录。

Terrestrial radio communication　地面无线电通信：除空间无线电通信或射电天文以外的任何无线电通信。

TETRA　Terrestrial trunked radio　陆地主干无线系统。

TIA　Telecommunications Industry Association　电信工业协会。

TIM　Traffic indication map　业务量指示图。

Tl　一种规定的时分多路复用方案，可以 1.544Mbps 速度进行点对点数字信号的传输。

TLLI　Temporary logical link identity　临时逻辑链路识别。

TMSI　Temporary mobile subscriber identity　临时移动用户识别。

TNC：　Terminal Node Controller　终端节点控制器。

TOA　Time of arrival　到达时间。

Topography　拓扑学：描述网络物理表面位置。

Topology　拓扑：描述了网络节点和链路的地理布局。

TP　Twisted　pair　双绞线。

TPW　Twisted-pair Wire　双绞线：用金属导线扭绕在一起提供电流路径的介质类型。该介质中的线是成对扭绕在一起的，其目的是将一对线与另一对线之间的电磁干扰降到最低限度。

TR　BToken Ring　令牌环。

Transceiver　收发器：用来传输和接收计算机和介质之间信息包的设备。

Transport Layer　传输层：提供了虚拟电路的建立、维护和依次终止的机制，使高级层不涉及网络执行的细节。

TS　Terrestrial station　地面电台：实现地面无线电通信的电台。除非另有说明，任何电台均指地面电台。

TS　Tropospheric scatter　对流层散射：由于对流层物理特性的不规则性或不连续性而引起散射的无线电波传播。

TSB67　Technical Service Bulletin67　技术服务公告。

TTFF　Time to first fix　首次锁定时间。

TTRS　Technical terms relating to space　空间技术术语。

TX　Transmitter/transmission　发射/传输。

U

UCS　Unacknowledged Connectionless　Service 未确认五连接服务：一种不涉及任何差错控制和流控制机制的数据报类型服务。

UDP　Undetected direct path　未检获的直接路径。

UE　Unwanted emissions　无用发射：包括杂散发射和带外发射。

UMTS　Universal mobile telecommunications system　通用移动电信系统。

U-NH　Unlicensed national information infrastructure　免许可证国家信息基础结构

UNI　Uses network interface　用户网络接口。

UPR　User Profile Requirements　用户概貌要求：识别每位将要使用系统的人员的属性特征，设计者可以用来选择和开发具有人性化的应用软件。

USF　Uplink status flag　上行链路状态标志。

UT　Unit Testing　单元测试。

UTP　Unshielded twisted pair　非屏蔽双绞线。

V

V.21：　用于异步 0~300bps 全双工调制解调器的 ITU 标准。

V.21FAX：　用于以 300bps 进行传真操作的 ITU 标准。

V.34：　用于 28.8kbps 调制解调器的一种 ITU 标准。

VAD　Voice activity detection　语音激活探测。

VC　Virtual circuit　虚电路。

VLR　Visitor location register　访问位置寄存器。

Voip　Voice over IP　基于 IP 语音 over IP。

VSELP　Vector sum excitation linear prediction　矢量和激励线性预测。

W

WAN　Wide area network　广域网。

WATM　Wireless ATM　无线 ATM。

WBS　Work Breakdown Structure　工作细分结构。

WCAN　Wireless campus area network　无线校园区域网络。

WCDMA　Wideband CDMA　宽带 CDMA。

WEP　Wired Equivalent Privacy　有线等效保密　IEEE802.11 的一种可选功能，提供类似于有线网络的帧传输保密。有线等效保密生成秘密共享加密密钥，源站点和目的站点两者都可以用来改变帧的位，避免泄密给偷听者。

WLAN　Wireless local area network　无线局域网。

WLL　Wireless local loop　无线本地环路。

WMAN　Wireless Metropolitan Area Network　无线城区网络。

WML　Wireless markup language　无线标记语言。

WNI　Wireless Network Interface　无线网络接口：连接从最终用户装置到无线介质（空气）的数字信号连接。

WPAN　Wireless personal area network　无线个人区域网。

WT　Wiremap Test　线图测试。

WTA　Wireless telephony application　无线电话应用。

WTLS　Wireless transport layer security　无线传输层安全。

X

X.12：适用于 EDI 的一种 ITU 标准。

X.121：用于国际地址编码的一种 ITU 标准。

X.21：适用于电路交换网络的一种 ITU 标准。

X.25：一个 ITU 标准，用于终端和信息包交换网络的接口。X.25 是第一种公共信息包交换技术，由 CCITT 开发，20 世纪 70 年代被提供作为服务，直到今天仍然适用。X.25 提供面向连接（虚拟电路）服务，运行在 64kbps 的速率。

X.400：用于 OSI 通信的一种 ITU 标准。

X.500：用于 OSI 目录服务的一种 ITU 标准。

X7.5：用于公共网络间信息包交换的一种 ITU 标准。

XML　Extensible markup language。

Π/4-DQPSK　π/4 Differential Quadrangle Phase Shift Keying　π/4 四相差分相移键控长（频率低）：但比无线电波短得多（频率较高）。因此，在多数光照情况下，裸眼看不到红外线。

附录 B　NETGEAR 实验

实验 1：相同或不同 VLAN 上的主机互发 Ping 命令

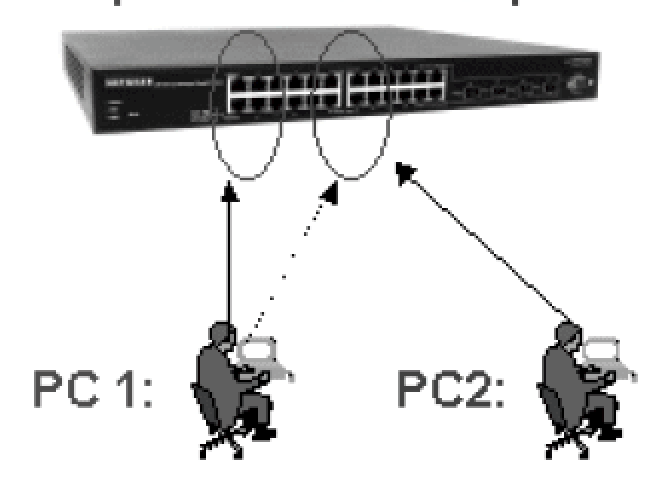
目标：同一 VLAN 上两台计算机互通 Ping 命令，不同 VLAN 上两台计算机间的阻断。

说明：GSM7324 默认设置时是工作于两层交换模式下，此时所有的交换机端口都属于默认的 Default VLAN，即 VLAN 1（VLAN ID=1）。

在下面将对交换机划分不同的 VLANs，分别连接两台 PC。

步骤：

（1）如附图 1 所示将两台 PC 连接到 GSM7324 上。



附图 1　将两台 PC 连接到 GSM7324 上

PC1
IP Address：　192.168.1.5
Default Gateway：　192.168.1.1
Connect to GSM7324 Port 0.1，　0. 6

PC2
IP Address：　192.168.1.10
Default Gateway：　192.168.1.1
Connect to GSM7324 Port 0.4

（2）把 Windows 中的超级终端利用调试控制电缆连接到交换机。



通过控制端口连接配置 GSM7324 交换机，不仅能够配置设备，也可以监视交换机的运行，并动态地改变设备的配置。

（3）接通电源，开始初始化过程，然后提示输入用户名 admin 和密码（无）：

```
SDRAM Test.............................Pass
Select an option. If no selection in 10 seconds then
operational code will start.

1 - Start operational code.
2 - Start Boot Menu.
Select （1， 2）：

Operational Code Date:  Thu May 29 17: 07: 37 2003
```

```
Uncompressing.....
                    50%                    100%
||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Attaching interface lo0...done

Adding 21730 symbols for standalone.

(GSM7324) User: admin Password:
(GSM7324) >
```

（4）此结果说明设备工作正常，使设备恢复到默认配置可输入以下命令：

```
clear config  重新启动设备
```

（5）在交换机中输入如下的命令：（说明：支持<TAB>键补全命令名称）

```
config vlan create 10 （*建立一个 VLAN 独立的广播域，其 ID 号为 10）
config vlan create 20 （*建立一个 VLAN 独立的广播域，其 ID 号为 20）
config vlan participation include 10 0.1-0. 3（* VLAN10 成员包含 1、2、3 端口）
config vlan participation include 20 0.4-0. 6（* VLAN20 成员包含 4、5、6 端口）
config vlan port pvid 10 0.1-0. 3（* 将 1、2、3 端口移出 VLAN1 到 VLAN10）
config vlan port pvid 20 0.4-0. 6（* 将 4、5、6 端口移出 VLAN1 到 VLAN20）
save config（*保存配置）
```

说明：虚拟网络是软件定义的广播域，虚拟网络中的广播包（比如 Ping 的第一个包是 ARP 广播包）不会传递到其他的虚拟网中去。交换机的虚拟网络特性允许整个网络利用软件来划分，从而提高网络的效率。连接到交换机上的工作站、服务器等设备根据数据处理类型、安全分类或职责部门功能分类可以分成不同的组。在同一台交换机上可以建立多个虚拟网络。同一虚拟网络（VLAN）上的设备可以通过交换机进行通信。不同虚拟网络上的设备需要交换数据时需要用到三层交换设备的路由功能。VLAN 状态信息传递给设备的 IP 接口，IP 接口会根据设备 IP 设置其可达到的网络，即生成的路由表来决定如何进行路由。

（6）如果输入 show?，将显示可用的参数，能快速获得帮助（注：支持<TAB>补全命令）在手册中关于设备的每一条命令都有详细的解释：

```
(GSM7324) >?
clear          Reset the switch or reset configuration to factory defaults.
config         Configure switch options and settings.
help           Help
logout         Exit this session. Any unsaved changes are lost.
Ping           Send IcmP echo packets to a specified IP address.
reset          Reset options.
save           Save switch configurations.
show           Display switch options and settings.
transfer       Transfer a file to or from the switch.
(GSM7324) >show ?
arp            Display ARP cache.
acl            Display ACL information.
diffserv       Display Differentiated Services information.
eventlog       Display event log entries.
```

```
forwardingdb   Display forwarding database information.
。。。。。。
```

（7）按附图 1 中配置的两台 PC 机的 IP 地址并互相 Ping：在 PC 2 中 Ping PC1，Ping 192.168.1.5–t，在 PC 1 中 Ping PC2，Ping 192.168.1.10 –t。

实验 2：设置 IP 接口实现不同 VLAN 互通

目标：在 GSM7324 交换机中的不同 VLAN 设置 IP 接口

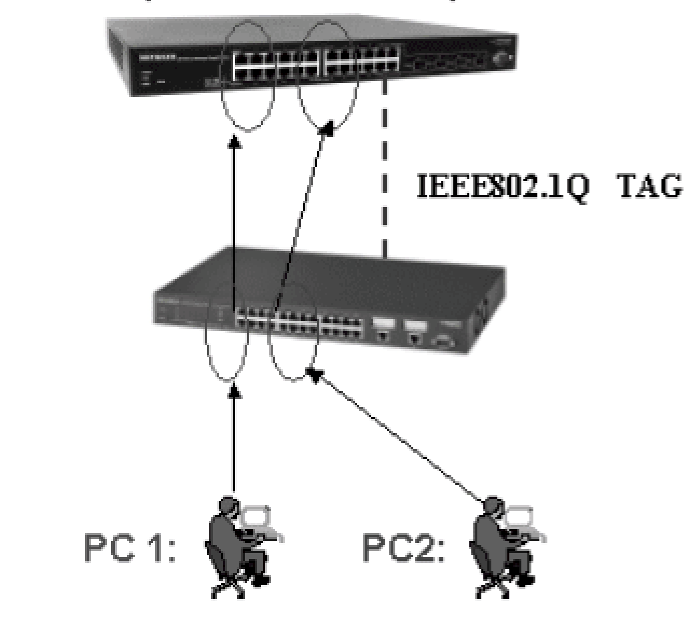
说明：在三层交换机中设置 IP 地址，以便在不同的 VLAN 中交换数据。在这个实验中意味着三层交换机以线速使在不同 VLAN 的 PC1 和 PC2 之间传输数据。GSM7324 支持传统的端口路由，也可以支持 VLAN 广播域路由。注意在前者情形下使用实端口，做路由的端口将不属于任何 VLAN 成员端口，而后者情形使用逻辑桥接端口。GSM7324 允许上述两种情况的混合使用。

步骤：

（1）如附图 2 所示将两台计算机通过两层交换机 FSM726 连接到 GSM7324，将 PC2 的 IP 设置改为如下参数：

a. IP 地址：192.168.2.10

b. 默认网关：192.168.2.1



附图 2　通过二层交换机 FSM726 连接到 GSM7324

PC1
IP Address:　192.168.1.5
Default Gateway:　192.168.1.1
（FSM726 VLAN10 to GSM7324 Port 0.1）
Connect to FSM726 Port 1

PC2
IP Address:　192.168.2.10
Default Gateway:　192.168.2.1
（FSM726 VLAN20 to GSM7324 Port 0.4）
Connect to FSM726 Port 2

（2）有三种方式的配置。（FSM726 两层交换机的 VLAN 配置：主菜单 advanced→vlan，参考有关资料）

- VLAN Routing

在实验一的基础上在命令行方式下对 GSM7324 交换机做如下设置：

```
config ip vlan routing create 10（创建 VLAN10 的逻辑 IP 端口）
```

```
    config ip vlan routing create 20（创建 VLAN20 的逻辑 IP 端口）
    show ip vlan （查看 VLAN 关联的相应 IP 逻辑端口，即如下的 3.1 和 3.2 端口）
    config ip interface create 3.1 192.168.1.1 255.255.255.0（配置 VLAN10 的 IP
网关）
    config ip interface create 3.2 192.168.2.1 255.255.255.0（配置 VLAN20 的 IP
网关）
    config routing enable （激活路由）
    save config （保存配置）
```

- Single-Arm VLAN Routing（单臂路由）

改变连接方式：两交换机之间只用单条链路连接（即“单臂”）。

具体顺序：FSM726（Port25）→GSM7324（Port 0.20），PC 连接方式不变，请注意在 FSM726 上做相应配置保证其 25 端口是 VLAN802.1QTAG 主干。（FSM726 两层交换机的 VLAN 配置：主菜单 advanced→vlan，参考有关资料）在实验一的基础上用命令行方式对 GSM7324 交换机做如下设置：

```
    config vlan participation include 10 0.20 （* VLAN10 成员包含 20 端口）
    config vlan participation include 20 0.20（* VLAN20 成员包含 20 端口）
    config vlan port tagging enable 10 0.20（* 使 20 端口成为 VLAN10 主干 802.1Q TAG）
    config vlan port tagging enable 20 0.20（* 使 20 端口成为 VLAN20 主干 802.1Q TAG）
    config routing enable （激活路由）
    save config （保存配置）
```

- Classcial IP Routing（传统 IP 路由，不参与 VLAN 成员的实端口路由，无须在 GSM7324 上规划 VLAN 信息，也不改变 PC、交换机的连接方式。

```
    config ip interface create 0.1 192.168.1.1 255.255.255.0（配置 FSM726VLAN10
的 IP 网关）
    config ip interface create 0.2 192.168.2.1 255.255.255.0（配置 FSM726VLAN20
的 IP 网关）
    config routing enable （激活路由）
    config interface routing 0.1 enable （激活 port0.1 参与路由）
    config interface routing 0.2 enable （激活 port0.2 参与路由）
    save config （保存配置）
```

在此三种方式中，PC1 和 PC2 之间将互相发送 Ping 命令。

实验 3：利用 HTTP 浏览器 GUI 接口界面配置管理 GSM7324

目标：熟悉 GSM7324 图形用户接口界面（Graphical User Interface）并进一步来了解 GSM7324 的多层交换特性及 ACL、DiffsrvQoS 等高级特性。

说明：如果给 GSM7324 设了一个或几个 IP 地址，那就意味着可以使用交换机的 GUI 管理功能，在计算机上需要用到浏览器进行配置：Microsoft 的 Internet Explorer（IE）或者 Netscape Navigator 等，直接在地址栏中输入 GSM7324 交换机的地址既可，配置时首先必须改变 GSM7324 出厂时默认状态下获得 IP 地址的方式（DHCP，即 GSM7324 可以是 DHCP Client），GSM7324 的 http 服务器的功能在给交换机的网络参数项配置固定 IP 地址以后就

可以使用了。

其具体操作步骤如下：

（1）使用命令行给交换机配置一个固定 IP 地址。

（GSM7324）>show network：

```
IP Address................................. 0.0.0.0
Subnet Mask................................ 0.0.0.0
Default Gateway............................ 0.0.0.0
Burned In MAC Address...................... 00：06：29：32：81：40
Network Configuration Protocol Current....... DHCP
Web Mode................................... Enable
Java Mode.................................. Enable
```

（GSM7324）>config network protocol none：

```
Changing protocol mode will reset ip configuration.
Are you sure you want to continue? （y/n）y
```

（GSM7324）>config network parms 192.168.0.1 255.255.255.0；

（GSM7324）>save config：

```
Are you sure you want to save? （y/n）y
```

（2）余下工作则完全可以交由人性化图形配置界面来进行，在 IE 地址栏窗口中输入如下的地址 http：//192.168.0.1，然后按下 Enter 键，将会有登录窗口显示，单击 LOGIN，以默认用户名：admin 和口令（无）登录到交换机中。

（3）然后进入到 GUI 的主页（System、Switcing、Routing、QoS 四大配置主项），单击 System 按键，允许配置各种系统参数：（支持 PoP 页面，system/port）。单击 Switching 按键，允许配置各种 VLAN、Trunking 等二层交换特性参数。单击 Routing 按键，允许配置各种三层交换或路由特性参数。（如 RIPv1v2、OSPFv2、VRRP 等）单击 QoS 按键，允许配置 ACL（访问控制列表）、Diffsrv QoS（可基于 IP 源/目标地址、IP ToS 字段等）各种强大服务质量保证特性参数实现用户业务保障。

附录 C　VPN 上机实验

设备清单如下：

- 若干条五类 UTP 线缆
- FVL328　100 路 IPSec 隧道 VPN 路由器（随机带一条五类 UTP 线缆可用于调试）
- FVS318　8 路 IPSec 隧道 VPN 路由器（随机带一条五类 UTP 线缆可用于调试）
- 一套实验用软件，VPN 客户端：Safenet SoftRemote 8.0 VPN Client software

实验 1：Gateway To Gateway　（FVL328 vs. FVS318）

目标：熟悉各种 VPN 基本术语（加密、隧道、IPSec、SA、AH、ESP 等等），并熟练使用 HTTP 浏览器界面配置 VPN 网关 FVL328（两个主要页面：IKE Policy 和 VPN Policy）和 FVS318（一个主要页面：VPN Settings）。

说明：FVL328 和 FVS318 默认 IP 为 192.168.0.1（使用后面板 reset 复位键再重新开电源可恢复到出厂默认状态），支持 DHCP Server，在 PC（可以设为自动获得 IP 地址）需要用到 GUI 浏览器进行配置管理，以用户名 admin 和密码 password 登录。

以两边为全固定 IP 的 VPN 建立为例，FVS318 to FVL328 ，Main 模式）有关于 VPN 的一些原理也可以去参考网站 http：//www.vpnc.org。

首先必须实现 FVS318 和 FVL328 两端都可上 Internet 进行访问，即在 Basic Setting（基础配置）界面输入附表 1 中的信息及 DNS（域名解析服务）或单击 SetupWizard 智能导航逐步完成上网配置。

附表 1　Gateway To Gateway 配置信息

VPN 建立的模式	LAN-TO-LAN （FVS318-TO-FVS318 的 MAIN 模式）
动态 VPN 的类型	LAN-to-LAN 或是 Gateway-to-Gateway （Client-to-Gateway）
建立动态 VPN 的加密	利用 IKE 进行密钥交换积和共享密钥方式（不通过 CA 认证方式）建立 IPSEC 通道。
产品型号和版本号	
NETGEAR-网关 A	FVS318 用的版本号是 version 1.4Release 1F
NETGEAR-网关 B	FVL328 用的版本号是 version 1.4 Release 1A
IP 地址的方式	
NETGEAR-网关 A	由 ISP 提供的固定 IP 地址及网关和子网掩码。
NETGEAR-网关 B	由 ISP 提供的固定 IP 地址及网关和子网掩码。

1. FVS318 上的 VPN 配置

FVS318 上的 VPN 配置，单击 VPN Settings 在工具栏左边链接的 Settings 管理界面，打

开第一个 radio button，在第一个有效的 VPN 中进行设置（说明：8 条隧道均可用），单击 Edit 按钮进行编辑。

（1）在 Connection Name 文本框中输入单一的名字，为 VPN 通道配置两端的 NETGEAR 设备。

（2）在 NETGEAR FVS318 Gateway A 的 Local IPSec Identifier 名称对话框中输入名字。这个名字必须在对端的 Remote IPSec Identifier 输入。在这个例子中为 local identifier。

（3）Remote IPSec Identifier 名字必须填在远端 NETGEAR FVS318 Gateway B 中输入 Local IPSec Identifier 的数值，在这个例子中为 the remote identifier。

（4）选择 a subnet from local address 的 Tunnel can be accessed from 下拉菜单。

（5）在 Local LAN start IP Address 本地 LAN 的起始 IP 的 FVS318 Gateway A 地址对话框中输入地址。

（6）在 Local LAN finish IP Address 对话框中输入地址，例如：0.0.0.0。

（7）在 Local LAN IP Subnetmask 对话框中输入子网掩码。

（8）从 Tunnel can access 的下拉菜单中选择 a subnet from local address。

（9）在 Remote LAN Start IP Address 的对话框中输入局域网关 FVS318 Gateway B 的地址。

（10）在 Remote LAN Finish IP Address 结尾的 LAN 的 IP 网关 FVS318 Gateway B 的地址对话框中输入地址，例如：0.0.0.0。

（11）在 Remote LAN IP Subnetmask 的局域网的子网掩码中对话框中输入。

（12）在 Remote WAN IP or FQDN 的广域网接口中输入 FVS318 Gateway B 的广域网接口的 IP 地址。

（13）从 Secure Association 下拉框中选择所需内容。

（14）下一步是在 Perfect Forward Secrecy 选择 Enabled 按扭。

（15）再从 Encryption Protocol 下拉对话框，选择加密方式。

（16）在 PreShared Key 对话框中，输入统一的字符串共享密钥。（建议大于 8 个字符必须在对端的设备上输入同样的共享密码）。

（17）在 Key Life 对话框输入 3600 seconds（出厂默认值）。

（18）在 IKE Life 对话框中输入 28800 seconds（出厂默认值）。

（19）在前方方框中选择 NETBIOS Enable，如果希望 NetBIOS 数据流量从 VPN 通道中运行。

（20）单击按钮，所有这些配置都会存储到设备中。然后就会返回到 VPN Settings 屏幕上。



当返回 VPN Settings 界面，必须要选择 Enable 选项。

2. FVL328 的 VPN 配置

（1）首先配置 VPN 的 IKE Policies 策略，将其链接到 VPN 工具栏的图形设置最左边的

Settings 图示上。打开 IKE Policies 菜单，单击 Add 按钮，会见到新 IKE Policy 配置界面。

（2）在 Policy Name 字段中输入策略的属性名字。这个名称不一定要与对端的 VPN 产品取名一样，它的主要用途是帮助管理 IKE 策略。在 Policy Name 对话框中用来作为策略名称。

（3）从 Direction/Type 下拉对话框中选取所需内容。

（4）从 Exchange Mode 模式的下拉菜单中选择所需内容。

（5）从 Local Identity Type 下拉对话框中选择所需内容（在 Local Identity Data 对话框输入设备会自动找到广域网口的 IP 作为一个标识符）。

（6）从 Remote Identity Type 下拉对话框中选择所需内容（在 Remote Identity Data 对话框中会自动找到远端设备的广域网接口的 IP 地址作为一个标识符）。

（7）从加密的算法 Encryption Algorithm 下拉框中选择所需内容。

（8）从认证算法的 Authentication Algorithm 下拉对话框中选择所需内容。

（9）再把认证方法 Authentication Method 按钮选上，单击 Pre-shared Key 按钮。

（10）在 Pre-Shared Key field 对话框中输入（建议大于 8 个字符），必须确保两端网关设备有加密 KEY 是一至的（包括字母的大小写）。

（11）再从 Diffie-Hellman（DH）Group 下拉对话框中选择 Group1（768 bit）。

（12）在 SA Life Time field 对话框中输入 180。

（13）单击“保存”按钮并返回到 IKE Policies 的主菜单上。

（14）在 VPN Policies 单击链接就可在 VPN 分类栏中打开，在 Settings 图示管理界面中，设置 VPN Policies 主界面的配置。单击 Add Auto Policy 的按钮（如果是手动配置 VPN 则选择 Add Manual Policy）。然后就可看到新的配置界面 VPN – Auto Policy。

（15）输入统一的策略名，不一定要与远端的 VPN 设备取的名称相同。这个例子在 Policy Name 字段中选择一个名称作为策略名。

（16）再从 IKE policy 下拉对话框中，选取先定义好的 IKE Policy。

（17）再从 Remote VPN Endpoint Address Type 下拉对话框中选取所需内容。

（18）在 Address Data 对话框中输入 Remote VPN Endpoint Address Date 作为远端地址。

（19）SA Life Time　（Seconds）对话框默认为 300。

（20）SA Life Time　（Kbytes）对话框默认为 0。

（21）选择 IPSec PFS 对话复选框。

（22）从 PFS Key Group 下拉对话框中选取 Group1（768 bit）。

（23）再从 Traffic Selector Local IP 下拉列表框中选取 Subnet address 作为配置。

（24）在　Start IP Address 输入本地 LAN IP 地址作为网关 B 的 IP 范围。

（25）输入结束 LAN IP 网关 B 的 IP 地址，在本例中是 0.0.0.0。

（26）在 Finish IP Address　对话框中填上地址。

（27）在 Subnet Mask 对话框中填上网关 B 的子网掩码。

（28）再从 Traffic Selector Remote IP 下拉对话框中选取所需内容。

（29）在 Start IP Address 字段上，输入远端 LAN IP 地址作为网关 A 的 I 范围。

（30）在 Finish IP Address 对话框中，输入结束 LAN IP 的网关 A 的 IP 地址，在本例中是 0.0.0.0。

（31）在 Subnet Mask 字段上输入 LAN 网关 A 的子网掩码。

（32）再从 AH Configuration Authentication Algorithm 下拉框中选择 MD5，在方框中不能选择。

（33）在 ESP Configuration Enable Encryption 对话框，必须选上 Enable Encryption。

（34）再从 ESP Configuration Encryption Algorithm 下拉对话框中选取所需内容。

（35）在 ESP Configuration Enable Authentication 的对话框中，必须选择 Enable Authentication。

（36）再从 ESP Configuration Authentication Algorithm 下拉对话框中选取所需内容。

（37）在 NETBIOS Enable 复选框，选择 NETBIOS Enable 的功能。

（38）单击“保存”按钮并返回到 VPN Policies 主菜单的功能页面上。

（39）当返回到 VPN Policies 的界面上，要确保选择 Enable 对话框。

（40）当 Gateway A 和 Gateway B 两端的 VPN 创建好之后，在两端的任一端局域网上 Ping 对方的局域网客户端。例如：Ping 172.10.10.1 –t.或 Ping 192.168.0.1 -t 半分钟左右会通，证明 VPN 通道已建通。

（41）FVS318 和 FVL328 都提供了强大的诊断功能（Maintenance—Diagnostics）和 VPN 状态监测以及 VPN 隧道建立过程的 LOG 记录（FVS318：Maintenance—RouterStatus—ShowVPNstatus；Security--Security Logs；FVL328：VPN—VPNstatus）。

实验 2：Client To Gateway （SafeNet Remote vs. FVL328）

目标：进一步熟悉 VPN 各种类型基本术语（RemotAccess VPN、Intranet VPN、Extranet VPN），并熟练使用配置 VPN 客户端软件。

说明：FVL328 和 FVS318 还支持其他 VPN Client，如 Win2000、SSH、SonicWall 等，请访问 NETGEAR 英文网站，查找 Support—FVS318—FAQ。

以一边为固定 IP，另一边以拨号 VPN 为例，说明 Remote to FVL328 的 Aggressive 模式。

配置信息如附表 2。

附表 2　配置信息

VPN 建立的模式	Remote-TO-LAN （Remote-TO-FVL328 的 Aggressive 模式）
动态 VPN 的类型	Client-to-Gateway（LAN-to-LAN 和 Gateway-to-Gateway）
建立动态 VPN 的加密	利用 IKE 进行密钥交换积和共享密钥方式（不通过 CA 认证方式）建立 IPSEC 通道
产品型号和版本号	
NETGEAR-网关 A	FVL328 用的版本号是 Version 1.4Release 12A
移动用户	通过拨号接入当地 ISP 如：Modem 拨号、ADSL、ISDN 等上网

1. Step-By-Step 配置 FVL328 的 Remote（Aggressive 模式）的 VPN

（1）在 IE 地址栏上输入 the FVL328 的出厂值，默认值为 http：//192.168.0.1，用默认用户名 admin 和默认密码为 password。在这个例子中，假定已设定好 LAN 网的 IP 地址为 192.168.0.1/24 和广域网接口的 IP 地址和子网掩码、网关、DNS 地址。

（2）首先配置 VPN 的 IKE Policies 策略，链接到 VPN 工具栏的 Settings 图示，打开 IKE Policies 菜单。单击 Add，会见到新 IKE Policy 配置界面。

（3）在 Policy Name 字段中输入策略的属性名字，这个名称不一定要与对端的 VPN 产品取一样的名称，用途主要是帮助管理 IKE 策略。在 Policy Name 对话框中输入 Remote-328 作为策略名称。

（4）在 Direction/Type 下拉对话框中，选取 Remote Access 选项。

（5）从 Exchange Mode 模式的下拉菜单中，选择 Aggressive Mode 选项。

（6）从 Local Identity Type 下拉对话框中，选择 Fully Qualified Domain Name（在 Local Identity Data 对话框输入设备名称，输入与 FVL328 对应的 testvpn@netgear.com 作为标识符）。

（7）从 Remote Identity Type 下拉对话框中，选择 Fully Qualified Domain Name（在 Remote Identity Data 对话框中输入设备名称，输入与 FVL328 对应的 testvpn@netgear.com 作为标识符）。

（8）从加密算法 Encryption Algorithm 下拉框中选择 3DES。

（9）从认证算法 Authentication Algorithm 下拉对话框中选择 MD5。

（10）再把认证方法 Authentication Method 选上，单击 Pre-shared Key 按钮。

（11）在 Pre-Shared Key field 对话框中，输入 Netgear2003，必须确保两端网关设备的加密 KEY 是一致的（包括字母的大小写）。

（12）再从 Diffie-Hellman（DH）Group 下拉对话框中选择 Group2（1024 bit）。

（13）在 SA Life Time field 对话框中输入 180。

（14）单击 Apply 按钮返回到 IKE Policies 主菜单上。

（15）FVL328 IKE Policy 显示的就是 IKE Policies 主菜单界面。

（16）在 VPN Policies 单击链接就可在 VPN 分类栏中打开，在 Settings 图示管理界面中，设置 VPN Policies 主界面的配置。单击 Add Auto Policy 的按钮，（如果是手动配置 VPN 则是选择 Add Manual Policy），然后就可看到新的配置界面 VPN – Auto Policy。

（17）输入统一的策略名称。这个名称不一定要与远端的 VPN 设备取的名称相同。在 Policy Name 字段对话框中输入 to-328-B 作为策略名。

（18）再从 IKE policy 下拉对话框中选取先定义好的 IKE Policy 名称，这里用 Remote-328 作为 IKE Policy。

（19）再从 Remote VPN Endpoint Address Type 下拉对话框中选取 IP Address。

（20）在 Address Date 对话框中输入 Remote VPN Endpoint Address Date 作为远端 Gateway B（0.0.0.0 作为例子）。

（21）在 SA Life Time（Seconds）对话框中选择默认项 300。

（22）在 SA Life Time（Kbytes）对话框中选择默认项 0。

（23）在 IPSec PFS 对话复选框中选上所需内容。

（24）从 PFS Key Group 下拉对话框中选取 Group2（1024bit）。

（25）再从 Traffic Selector Local IP 下拉框中选取 Subnet address 作为配置。

（26）在 Start IP Address 输入本地 LAN IP 地址作为网关 B 的 I 范围（本例中是 192.168.0.0）。

（27）在 Finish IP Address 对话框中输入结束 LAN IP 的网关 B 的 IP 地址（在本例中是 0.0.0.0）。

（28）在 Subnet Mask 对话框中输入网关 B 子网掩码（本例中是 255.255.255.0）。

（29）再从 Traffic Selector Remote IP 下拉对话框中选取 ANY。

（30）在 Start IP Address 字段上输入远端 LAN IP 地址作为网关 A 的 I 范围（在本例中是 0.0.0.0）。

（31）在 Finish IP Address 对话框中输入结束 LAN IP 的网关 A 的 IP 地址（在本例中是 0.0.0.0）。

（32）在 Subnet Mask 字段上输入 LAN 网关 A 的子网掩码（在本例中是 0.0.0.0）。

（33）再从 AH Configuration Authentication Algorithm 下拉框中选择 MD5，在方框中不能选上。

（34）在 ESP Configuration Enable Encryption 对话框中必须选上 Enable Encryption。

（35）再从 ESP Configuration Encryption Algorithm 下拉对话框中选取 3DES。

（36）在 ESP Configuration Enable Authentication 的对话框中必须选上 Enable Authentication。

（37）再从 ESP Configuration Authentication Algorithm 下拉对话框中选取 MD5。

（38）在 NETBIOS Enable 复选框中可选上 NETBIOS Enable 的功能。

（39）单击 Apply 按钮返回到 VPN Policies 主菜单的功能页面。

（40）当返回到 VPN Policies 的界面上要确保 Enable 对话框要选上。

2. 配置 Remote 客户端静态（Aggressive 模式）VPN（6 个主页面）

（1）首先在移动用户的计算机装好 SafeNet 8.0 IPSec 客户端软件，并重新启动计算机。

（2）打开 SafeNet 8.0 IPSec 客户端软件的 Security Policy Edit。

（3）选择客户端的模式（Aggressive 模式）。

（4）打开 My Identity 对话框，编辑 Pre-Shared-Key，输入对应的密码 netgear2003。

（5）在 ID 选项上选择 DOMAIN NAME，并输入 testvpn@netgear.com 作为标识。

（6）分别建立 VPN 的两个步骤阶段，注意与中心 VPN 网关参数一致（加密/认证）。

（7）设置好并及时保存配置。并在客户端一端 Ping 192.168.0.1 –t.半分钟左右会通，证明 VPN 通道已建通。在 SafeNet Remote 上也提供 LogView 功能可用于诊断 VPN 信息。